<36604658650015

<36604658650015

Bayer. Staatsbibliothek

Tech. 1411.

Bayerische Staatsbibliothek MÜNCHEN

Bericht über die Weltausstellung in Paris 1878.

Herausgegeben mit Unterstützung der

K. K. OESTERREICHISCHEN COMMISSION

für die

Weltausstellung in Paris im Jahre 1878.

I. Heft.

DAS HÜTTENWESEN

mit

besonderer Berücksichtigung des Eisenhüttenwesens.

Von

Franz Kupelwieser,

Professor der Hüttenkunde an der k. k. Berg-Akademie in Leoben.

WIEN 1879.

VERLAG VON FAESY & FRICK

kais. kön. Hofbuchhandlung.

257 F

Bericht über die Weltausstellung in Paris

im Jahre 1878.

Herausgegeben mit Unterstützung der k. k. österr. Commission.

VERLAG VON FAESY & FRICK, K. K. HOFBUCHHANDLUNG, WIEN.

Da über die kurz vorhergegangenen Ausstellungen von Wien und Philadelphia ausführliche amtliche Berichte publicirt wurden, wird sich der vorstehende darauf beschränken, nur jenes wesentlich Neue zu bringen, was diese letzte Ausstellung gegenüber ihren Vorgängerinnen geboten hat. Der Bericht wird daher auch nur 9 Hefte in gleicher Ausstattung wie das vorliegende umfassen und bis Mai 1879 vollständig erschienen sein. Nachstehend geben wir den Inhalt der einzelnen Hefte, deren Reihenfolge durch die Zeit ihrer Vollendung bestimmt wird. Gleichzeitig machen wir auf die Seiten 3 und 4 des Umschlages aufmerksam, welche das Inhaltsverzeichniss der zahlreicheren und ausführlicheren, in gleicher Ausstattung erschienenen „Berichte über die Weltausstellung in Philadelphia" enthalten.

Ueber die Pariser Weltausstellung 1878 werden referiren:

Exner, F. W., Professor, und **Lauböck**, G., Assistent in Wien, über die **mechanische Holzbearbeitung**, deren Hilfsmittel und Erzeugnisse. Mit 7 Illustrationen im Text und 2 Tafeln Abbildungen.

Gruber, Frz., Professor an der techn. Militär-Akademie und des höh. Genie-Curs in Wien, über **Bauten und Einrichtungen für öffentliche Gesundheits-Pflege.** Mit 13 Figuren und 2 Tafeln Abbildungen.

Kupelwieser, Frz., Professor und Director der k. k. Berg-Akademie Leoben, über das **Hüttenwesen**, mit besonderer Berücksichtigung des Eisenhüttenwesens.

Moeller, Dr. J., Privatdocent an der technischen Hochschule und Adjunct der forstlichen Versuchsleitung in Wien, über **Droguen, Nutz- und Farbhölzer,** mit circa 36 Illustrationen.

Musil, Alfr., Maschinen-Ingenieur der Hüttenberger Gewerkschaft in Klagenfurt, über die **Motoren für das Kleingewerbe.** Mit 28 Illustrationen.

Nachtsheim, Hub., Ober-Ingenieur der Gas-Industrie-Gesellschaft in Wien, über **Gas- und elektrische Beleuchtung.**

Pechan, Jos., Ingenieur und k. k. Professor an der Staats-Gewerbeschule in Reichenberg, **Maschinen zur Bearbeitung der Metalle.** Mit 100 Illustrationen.

Riedler, Alois, Constructeur der k. k. technischen Hochschule in Wien, über **Dampfmaschinen** etc. Mit Illustrationen im Text und einem Atlas von circa 20 Tafeln.

Robert, Fritz, in Wien, über **Fleisch-, Fisch-, Gemüse- und Obst-Conserven.**

Wien, im Februar 1879.

Faesy & Frick,
kais. kön. Hofbuchhandlung.

Bericht über die Weltausstellung in Paris 1878.

Herausgegeben mit Unterstützung der

K. K. OESTERREICHISCHEN COMMISSION

für die

Weltausstellung in Paris im Jahre 1878.

I. Heft.

DAS HÜTTENWESEN

mit

besonderer Berücksichtigung des Eisenhüttenwesens.

Von

Franz Kupelwieser,

Professor der Hüttenkunde an der k. k. Berg-Akademie in Leoben.

WIEN 1879.

VERLAG VON FAESY & FRICK

kais. kön. Hofbuchhandlung.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Vorwort.

Von meinen Arbeiten bei der internationalen Jury zurückgekehrt, wurde ich von Sr. Excellenz dem Herrn Handelsminister Ritter v. Chlumecky aufgefordert, einen officiellen Bericht über jene Fortschritte im Hüttenwesen (Gruppe V, Classe 43), welche anlässlich der Weltausstellung in Paris constatirt werden konnten, zu erstatten.

Wenn ich auch die Aufgabe, die mir gestellt wurde, in mehrfacher Richtung als schwierig erkennen musste, folgte ich doch dem ehrenvollen Rufe mit Freuden, weil ich hoffen konnte, dadurch die auf der Ausstellung gemachten Erfahrungen zum Besten der österreichischen Industrie nutzbringend machen zu können und übergebe, aufgefordert von Sr. Excellenz, hiemit meinen Bericht im Wege des Druckes der Oeffentlichkeit. Zu gleicher Zeit halte ich mich aber auch für verpflichtet, der k. k. Central-Commission in Wien dafür meinen Dank auszusprechen, dass sie die Veröffentlichung dieses Berichtes in so liberaler Weise förderte.

Ich musste die mir gestellte Aufgabe als schwierig erkennen, da in Folge der von der französischen Regierung angenommenen Eintheilung der Ausstellungs-Objecte die Erzeugnisse des Hüttenbetriebes in der Classe 43 der V. Gruppe, die Einrichtungen und Processe aber in der Classe 50 der VI. Gruppe eingereiht waren, während doch die Fabricate nur dann richtig beurtheilt werden können, wenn die bei deren Erzeugung verwendeten Einrichtungen

und Processe bekannt sind, so wie der Werth einer neuen Einrichtung, eines neuen Processes auch nur dann festgestellt werden kann, wenn gleichzeitig die mit demselben erzielten Resultate studirt werden und die Qualität der erzeugten Producte erprobt wird. Durch die Arbeiten der Jury in der Classe 43 in Anspruch genommen, war es mir sehr schwer, verlässliche Daten über viele Ausstellungs-Objecte der Classe 50 zu erhalten.

Bei der raschen Aufeinanderfolge der Ausstellungen in den Jahren 1873, 1876 und 1878 war schon a priori zu erwarten, dass die letzte Ausstellung nicht viel vollständig Neues bringen könne. Ueberdies bemächtigt sich die Fach-Literatur rasch jeder Neuerung, so dass nur wenige Producte, nur wenige Einrichtungen gefunden werden konnten, die nicht schon mehrfach in der Literatur besprochen wurden.

Allerdings erscheint dem beobachtenden Auge Manches anders, als man es nach der Literatur zu finden erwartet hatte; manche Details, die früher nicht berührt wurden, kamen zur Besprechung und manche Erfahrungen und Resultate eingehender Untersuchungen, welche bis nun nicht veröffentlicht erschienen, wurden mitgetheilt, und diese bilden das werthvollste Materiale, welches auf der Ausstellung gesammelt werden konnte.

Es musste daher auch der Bericht über die Ausstellung 1878 einen anderen Charakter als die Berichte über die Ausstellungen 1873 und 1876 erhalten.

Während es sich im Jahre 1873 darum handelte, die Leistungen der einzelnen Aussteller, sowie die ganzer Länder festzustellen, war die Hauptaufgabe des Berichtes über die Ausstellung des Jahres 1876 neben einer allgemeinen Gruppirung der Ausstellungs-Objecte aller Länder insbesondere die, die Verhältnisse des Hüttenbetriebes in den Vereinigten Staaten, sowie dessen Leistungsfähigkeit zu besprechen, somit ein möglichst getreues und vollkommenes Bild der Metall-Industrie der Vereinigten Staaten Nordamerikas zu geben.

Ganz anders waren die Verhältnisse bezüglich der Ausstellung des Jahres 1878. Eine Aufzählung der Leistungen der einzelnen Aussteller würde bei der grossen Anzahl derselben zu ermüdend werden und dennoch keinen besseren Ueberblick gewähren. Die Leistungen der einzelnen Länder haben sich im Allgemeinen seit zwei Jahren nicht wesentlich geändert. Es konnte sich daher nur um Constatirung der Fortschritte handeln, welche bei den einzelnen Fabricationszweigen, bei der Ausführung einzelner Processe, sowie beim Studium über die Eigenschaften der Metalle und den Einfluss einzelner Elemente auf dieselben etc. gefunden wurden.

Kaum zu erwähnen brauche ich, dass ich die Fortschritte, welche bei der Erzeugung und Verarbeitung des Eisens gemacht wurden, einem besonderen Studium unterziehen und daher den grössten Theil der folgenden Arbeit diesem Gegenstande widmen musste. Der in den letzten Jahren stets wachsende Bezug von überseeischen Erzen übt einen so wesentlichen Einfluss auf die Entwicklung der Eisen-Industrie des Continentes aus, dass ich es für nothwendig erachte, die Qualität dieser Erze, sowie deren Einfluss auf die Eisen-Industrie Europas besonders zu besprechen und dann erst das Studium der bei den einzelnen Processen und Fabrications-Methoden gemachten Fortschritte folgen zu lassen.

Ueber die übrigen Metalle war wenig Neues auf der Ausstellung zu finden und glaube ich mich darauf beschränken zu können, Einiges über die Erzeugung von Nickel- und Kupfermangan beizufügen.

Schliesslich halte ich es für meine angenehme Pflicht, allen jenen Herren, welche meine Studien in Paris, sowie auf meiner Reise durch Frankreich in so liebenswürdiger Weise förderten, meinen herzlichsten Dank zu sagen.

Leoben, im November 1878.

Franz Kupelwieser.

Inhalts-Verzeichniss.

Seite

Vorwort III

Eisen 1

Eisenerze 3

Die Eisenerze Spaniens 5

Die Eisenerze Algiers 7

Die Eisenerze Italiens 14

Schlussbemerkung über die Eisenerze 14

Directe Eisen-Erzeugung 20

Hohofenbetrieb 23

Erzeugung von Ferro-Mangan 23

Erzeugung von Silicium-, Chrom- und Wolfram-Roheisen . . . 28

Versuche über die Entphosphorung des Roheisens 35

Puddlingsprocess 40

Rotirender Puddlingsofen von Schneider in Creuzot 40

Puddlingsofen mit heissem Wind und überhitztem Wasserdampf von Lemut 41

Puddlingsofen von Pernot 43

Verwendung von Hohofengasen zum Puddeln und Schweissen nach Combescot und de Langlade 44

Bessemer-Process 47

Martin-Process 51

Forno-Convertiseur von Ponsard 54

Studien über die Eigenschaften des Eisens und den Einfluss einzelner Elemente auf dieselben 60

1. Gussroheisen 61
2. Gewöhnliches Eisen von verschiedener Qualität 63
3. Stahl geschmiedet und gewalzt mit einem wechselnden Gehalt an Kohlenstoff 65
4. Stahl geschmiedet und gewalzt mit einem wechselnden Gehalt an Mangan 72
5. Stahl geschmiedet und gewalzt mit einem wechselnden Gehalt an Phosphor 77
6. Studien über die ununterbrochene Reihe von Roheisen, Roheisen-Stahlguss und blasenfreiem Stahlguss 83

Seite

Roheisen und Roheisen-Stahlguss 84
Blasenfreier Stahlguss 87
Specialstähle 98
Manganstahl 98
Wolframstahl 99
Chromstahl 99
Studien über die Widerstandsfähigkeit von Blechen aus Ingotmateriale gegen Stoss 106
Studien über die Verwendung von Bessemer-Metall zur Erzeugung von Schiffsblechen 123
Vergleichende Versuche über Ingotmateriale, erzeugt in Bessemer-Convertern und Siemens-Martin-Oefen 128
Verschiedene Ausstellungs-Objecte 147
Andere Metalle und Metall-Legirungen 161
Erzeugung von Nickel 163
Kupfermangan 172

EISEN.

Bayerische
Staatsbibliothek
MÜNCHEN

EISENERZE.

Jahrhunderte hindurch waren es in Europa in Folge der ihnen zur Verfügung stehenden reichen und reinen Erze zwei Länder, welche in Bezug auf die Qualität der Eisen- und Stahlfabricate eine so hervorragende Rolle spielten, dass man die in diesen beiden Ländern erzeugten Rohmaterialien und Fabricate überall dort fand, wo es sich um Stahlfabricate vorzüglicher Qualität handelte. Während Oesterreich überwiegend Stahl und Stahlfabricate erzeugte und ausführte, lieferte Schweden jene Eisensorten nach England, welche cementirt das Materiale für die vorzüglichsten Gussstahlsorten bildeten.

Gegenwärtig sind die Verhältnisse andere geworden. In den Ausstellungen beinahe aller Länder Europas, welche Eisen erzeugen, waren Producte von vorzüglicher Qualität zu sehen, welche jedoch meist nicht aus Erzen der betreffenden Länder erzeugt wurden, sondern aus Erzen, welche von Ländern, die Ueberfluss an reichen und reinen Erzen haben, bezogen werden.

Der Grund, andere Erze aufzusuchen, selbst wenn in dem eigenen Lande grosse Mengen von Erzen vorhanden, war in der nicht entsprechenden Qualität der eigenen Erze gelegen, welche die Verwendung derselben zur Erzeugung eines für die Fabrication von Ingotsmateriale brauchbaren Roheisens unmöglich machte.

Um den gegenwärtigen Forderungen der Industrie genügen zu können, stellte sich das Bedürfniss immer mehr und mehr heraus, Eisenerze von vorzüglicher Qualität zu suchen und dieselben selbst auf bedeutende Entfernungen zuzuführen.

Während vor dem Jahre 1865 in Europa mit Ausnahme von wenigen Localitäten von einem eigentlichen Erzhandel kaum die Rede war, bei Gelegenheit der Weltausstellung in Wien 1873 nur hie und da Andeutungen zu finden waren, hat sich der Handel

mit Eisenerzen in den letzten Jahren in einer früher kaum geahnten Weise entwickelt und wird zweifelsohne in kurzer Zeit noch grössere Dimensionen annehmen.

Je weiter die Entfernung, aus welcher die Erze bezogen, je höher die Transportkosten, desto reicher müssen die zugelieferten Erze sein, sollen die durch den Transport veranlassten Auslagen gedeckt werden können. Sie müssen aber auch von vorzüglicher Reinheit, d. h. möglichst arm an Schwefel und Phosphor sein, wenn sie den gestellten Anforderungen entsprechen sollen.

Werden aber Erze von solchen Eigenschaften der Eisen-Industrie Europas in bedeutenden Mengen zugeführt, so kann der Einfluss derselben auf die erzeugten Producte nicht ausbleiben, und in der That begegnete man noch auf keiner der früheren Ausstellungen so vielen Fabricaten von so vorzüglicher Qualität.

Aber auch überall fand man meist nur einige wenige Sorten von Erzen, welche somit eine hervorragende Stelle unter den Ausstellungs-Objecten einnahmen und einen bedeutenden Einfluss auf die Qualität der Eisen-Fabricate ausübten.

Vorzüglich sind es drei Länder, welche Erze von entsprechender Reinheit und genügend hohem Eisenhalt jenen Ländern Europas liefern, welche sich in hervorragender Weise an der Fabrication des Eisens betheiligen, aber nicht über genügende Mengen von guten Erzen verfügen. Diese drei Länder sind Spanien, Algier und Italien. In geringerer Weise betheiligen sich an diesem Erzhandel auch noch einige andere Länder, wie Schweden und Oesterreich.

Um den Einfluss, der durch diesen Erzhandel auf die Entwicklung der Eisen-Industrie ausgeübt wird, besser hervorheben zu können, will ich zuerst die Erze der drei obgenannten Länder, insoweit sie auf der Ausstellung studirt werden konnten, charakterisiren und dann erst auf die der Eisen-Industrie Europas aus diesen Quellen zugeführten Erzmengen eingehen, sowie die Folgen dieses Erzhandels besprechen.

Auf die Qualität der aus Schweden und Oesterreich dem Erzmarkte zugeführten geringen Mengen von Erzen glaube ich nicht näher eingehen zu müssen, weil dieselbe ohnedies schon oft besprochen, somit genügend bekannt ist und ausserdem die Menge der in Handel kommenden Erze noch gering ist.

Die Eisenerze Spaniens.

Dieselben spielen gegenwärtig eine ausserordentlich wichtige Rolle, da sie in sehr grossen Mengen producirt, bei der vorzüglichen Qualität derselben nach Frankreich, Belgien und England exportirt und besonders dann verwendet werden, wenn es sich um die Erzeugung von Eisen vorzüglicher Qualität handelt. Dazu kommt noch, das jener Productionsplatz, der die meisten Erze zu liefern vermag, Somorostro bei Bilbao, so günstig situirt ist, dass der Export auf dem Meere ausserordentlich leicht ist, da die Erze mittelst verhältnissmässig kurzen Bahnen dem Meere zugeführt und unmittelbar in die Schiffe verladen werden können.

Die Grösse der Erzproduction war in den letzten Jahren ungemein schwankend, indem dieselbe durch die Bürgerkriege wesentlich beeinträchtigt war. Nach den officiellen Aufzeichnungen soll die Production an Eisenerzen in Spanien in den letzten Jahren folgende gewesen sein, und zwar:

In dem Jahre	1871	. . .	585.762	Tonnen à	1000 Kilogramm
„ „ „	1872	. . .	781.468	„ „	1000 „
„ „ „	1873	. . .	811.926	„ „	1000 „
„ „ „	1874	. . .	402.952	„ „	1000 „
„ „ „	1875	. . .	496.528	„ „	1000 „
„ „ „	1876	. . .	908.899	„ „	1000 „
„ „ „	1877	. . .	1,162.170	„ „	1000 „

Von Männern, welche aber mit den Verhältnissen vollkommen vertraut sind, wird die Productionsmenge bedeutend höher angegeben und schon für das Jahr 1877 auf 1,500.000 bis 1,800.000 Tonnen geschätzt. Man erwartet, dass die Erzeugung von Jahr zu Jahr gesteigert werde, indem man gegenwärtig noch immer reichlichen Absatz findet.

Die Erze werden in Bilbao loco Hafen mit 6 bis 9 Francs pro Tonne verkauft, während die Frachtkosten bis Boulogne 15 bis 17 Francs, bis Antwerpen 16 bis 21 Francs betragen sollen, so dass sie in Boulogne auf 21 bis 26, in Antwerpen auf 22 bis 30 Francs zu stehen kommen.

Da die Roheisen-Erzeugung in Spanien eine äusserst geringe ist und pro Jahr nur 40.000 bis 50.000 Tonnen beträgt, so werden im Lande nur 80.000 bis 100.000 Tonnen dieser Erze verarbeitet, während der Rest, von voraussichtlich 1,400.000 bis 1,700.000 Tonnen, ausgeführt wird.

In Handel werden von Bilbao aus gewöhnlich drei Sorten von Erzen gebracht, welche unter dem Namen Vena dulce, Campanilla und Mineral Rubio bekannt sind. Bilbao liefert nahe zwei Dritttheile jener Erzmenge, welche von Spanien ausgeführt wird. Die Menge der in Bilbao gegenwärtig schon aufgeschlossenen Erze wird auf 160 Millionen Tonnen geschätzt.

Die Zusammensetzung dieser Erze kann aus folgenden, im Laboratorium des Eisenwerkes El-Carmen zu Baracaldo bei Bilbao ausgeführten Analysen entnommen werden:

Chemische Zusammensetzung	Vena dulce		Campanilla			Rubio	
	1	2	1	2	3	1	2
Eisenoxyd	82·26	80·78	80·75	84·01	73·90	79·14	83·75
Kieselerde	1·35	2·63	3·24	3·20	5·70	7·20	5·25
Thonerde	1·53	1·38	3·10	0·40	3·80	2·40	3·20
Manganoxyd	1·78	2·24	8·15	4·38	5·80	2·45	3·17
Kalkerde	9·27	6·39	0·82	0·40	0·45	2·23	1·36
Talkerde	Spur	0·46	1·04	0·80	1·25	0·71	Spur
Schwefel	—	—	—	—	—	Spur	0·04
Phosphor	—	—	—	—	—	—	—
Wasser, Kohlensäure und Gewichtsverlust	3·81	6·12	2·90	6·81	1·25	5·27	3·23
Summe	100·00	100·00	100·00	100·00	100·00	100·00	100·00
Gehalt an metall. Eisen	57·58	56·55	56·52	58·80	51·73	55·40	58·62

Von der Ybara & Comp. gehörigen Hütte waren den ausgestellten Erzen folgende Analyser beigegeben:

Chemische Zusammensetzung	Roth-Hämatit		Braun-Hämatit		Minerais d'alluvions	
	Somorostro		Somorostro Espinal	Salta Caballos	Ollargar	Miravilla
	Campanilla	Vena dulce Galeria				
Eisenoxyd	80·75	89·28	79·14	79·03	60·11	68·71
Manganoxyd	1·04	2·78	2·45	1·13	—	3·04
Thonerde	3·10	1·03	2·40	1·66	14·35	3·08
Kalkerde	8·15	3·60	2·23	1·40	Spur	6·70
Talkerde	0·08	—	0·11	—	Spur	—
Kieselerde	3·24	1·07	1·20	6·66	19·45	10·30
Kohlensäure	3·64	—	—	—	—	—
Phosphorsäure	—	—	—	—	—	—
Schwefel	—	—	—	—	0·08	0·08
Wasser und Verlust	—	2·24	5·27	10·32	6·01	4·67
Summe	100·00	100·00	100·00	100·00	100·00	100·00
Eisengehalt	56·52	62·50	55·40	55·33	42·10	48·10

Bei der Ausstellung der Hütte von Denain waren hingegen folgende Analysen den ausgestellten Erzen aus Spanien beigegeben:

Chemische Zusammensetzung	Bilbao	Carbonera	Rio de Olias	Escombrera
Wasser chem. geb. u. Kohlensäure	7·92	9·90	11·66	11·20
Kieselerde	7·34	8·85	4·70	6·52
Thonerde	1·90	3·40	2·77	2·60
Kalkerde	3·80	5·73	4·80	1·75
Talkerde	Spur	Spur	0·45	Spur
Eisen	53·90	43·38	45·72	32·79
Sauerstoff an Eisen gebunden .	23·10	18·59	19·60	14·06
Mangan	1·10	6·24	6·46	19·47
Sauerstoff an Mangan gebunden .	0·60	3·63	3·75	11·32
Schwefel	0·12	0·06	0·03	0·16
Phosphorsäure	Spur	0·024	Spur	0·07
Summe .	99·78	99·804	99·94	99·94

Ausser den eben angeführten Erzen werden in Spanien aber noch sehr viele an Mangan reiche Erze gewonnen und soll die Zusammensetzung derselben dann angeführt werden, wenn die Erzeugung von Rohmangan besprochen wird (Seite 27).

Die Erze Algiers.

Eisenerze werden in verschiedenen Departements von Algier gefunden, ausgebeutet und grösstentheils exportirt, da nur ganz minimale Mengen auf der Eisenhütte zu Atélik bei Bone in Algier verarbeitet werden. Vorzüglich sind es gegenwärtig die Departements von Constantine und Oran, welche grosse Quantitäten von sehr reichen Erzen liefern, obwohl auch im Departement von Algier reiche Erze von vorzüglicher Qualität erzeugt werden. Die Gewinnung der Erze erfolgt gegenwärtig überwiegend tagbaumässig, weshalb die Gestehungskosten äusserst minder sind. Ob bei andauernder und gesteigerter Anfrage die tiefer liegenden Theile der Lager abgebaut werden oder ob man es vorziehen wird, neu aufgeschürfte Lager abzubauen, wird die Zukunft lehren. Möglich soll das letztere sein, weil ausgedehnte Eisenerzlager an vielen Orten der Colonie bekannt sind.

Was die Grösse der Jahresproduction und des Exports anbelangt, so existiren darüber verschiedene Angaben, welche nicht vollkommen miteinander stimmen. Die Grösse des Exports ist jedoch für unsere Verhältnisse weitaus interessanter, weshalb ich die diesbezüglichen Zahlen hier anführen will.

An Eisenerzen wurden von Algier exportirt:

In den Jahren	1869	. . .	218.036	Tonnen
„ „ „	1870	. . .	172.990	„
„ „ „	1871	. . .	174.944	„
„ „ „	1872	. . .	394.813	„
„ „ „	1873	. . .	426.213	„
„ „ „	1874	. . .	463.815	„
„ „ „	1875	. . .	528.004	„
Im ersten Halbjahre	1876	. . .	255.875	„

Es dürften daher im Jahre 1876 ebenfalls nahe 500.000 Tonnen oder etwas mehr exportirt worden sein.

Ferner schätzt man die im Jahre 1876 in 15 Gruben mit 4311 Arbeitern erzeugte Erzmenge auf 600.000 Tonnen und entfallen von dieser Menge auf die in der Gemeinde Aïn-Mokhra gelegenen Gruben von Mokta-el-Hadid etwas über 400.000 Tonnen.

Die Qualität dieser Erze kann aus folgenden Analysen entnommen werden:

Erze aus dem Departement Constantine.*)

	Arrondissement und Umgebung von Bone									
	Gemeinde Aïn-Mokhra, Grube Mokta-el-Hadid									
Kieselerde	0·30	6·20	1·33	0·66	0·33	5·00	1·33	0·40	2·60	3·00
Thonerde										
Eisenoxyd	94·00	88·00	95·00	97·00	97·60	85·60	89·88	90·70	88·50	92·00
Manganoxyd . . .	2·20	2·00	1·29	Spur	0·35	6·00	6·40	3·30	3·30	1·60
Kalkerde	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Talkerde	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Schwefelsäure . .	0·10	0·40	0·33	0·33	0·33	0·20	0·20	0·20	0·50	0·30
Phosphorsäure . .	—	—	Spur	—	—	—	—	Spur	Spur	Spur
Glühverlust . . .	3·00	3·00	2·00	2·00	1·00	3·00	2·00	1·60	5·00	3 00
Summe .	99·60	99·60	99·95	99·99	99·61	99·80	99·61	99·80	99·90	99·90

*) Diese und ein grosser Theil der folgenden Analysen der Erze aus Algier sind aus den in diesem Jahre erschienenen Veröffentlichungen des Bureau d'essais der École des mines in Paris entnommen.

Von den vielen Erzen dieses Vorkommens will ich nur noch folgende Analysen anführen, welche von einzelnen Hüttenwerken den ausgestellten Erzen beigegeben waren.

	Erze von Mokta-el-Hadid			Tafna
	Hütte von Denain	Hütte von Terre-Noire		
		Magnetite		Hämatit
		mulmig	dicht	
Wasser	4·20	—	—	—
Kieselerde	7·15	8·00	2·00	3·00
Thonerde	1·78	0·48	Spur	Spur
Kalkerde	0·25	—	—	3·00
Talkerde	0·02	—	—	—
Eisen	58·70	58·00	65·85	58·00
Sauerstoff an Eisen gebunden	24·43			
Mangan	2·10	2·20	1·08	2·52
Sauerstoff an Mangan gebunden	1·12			
Schwefel	0·08	—	—	0·12
Phosphorsäure	0·025	Spur	Spur	0·04
Summe	99·865			

Ausserdem sind Erze in dem Arrondissement von Philippeville bekannt und werden daselbst auch ausgebeutet. Folgende Analysen können als Beispiele dienen:

	Philippeville		Filfila			Stora	Aïn Mazouan	Oued Kave		Djijelli		Beni Fourhall	Aïn Sedma			
Kieselerde . .	15·67	63·33	9·60	5·30	3·00	35·33	2·60	2·60	0·80	21·00	4·66	24·00	5·30	2·60	2·00	5·60
Thonerde . . .			5·50	—	0·60		—	—	—	6·99	2·67	10·00	—	—	—	—
Eisenoxyd . .	71·00	29·67	73·00	94·00	90·30	64·00	97·00	94·60	98·80	60·00	76·88	53·00	91·00	96·60	98·00	93·60
Manganoxyd . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Spur	—	—	Spur	Spur	—
Kalkerde . . .	2·00	1·67	—	—	0·30	Spur	0·20	0·60	—	—	—	—	1·00	0·20	—	—
Talkerde . . .	—	—	—	—	0·20	—	0·15	0·30	—	—	—	—	0·60	—	—	—
Schwefelsäure .	0·60	Spur	0·09	0·06	Spur	—	—	—	—	0·50	0·11	0·05	—	—	—	—
Phosphorsäure .	Spur	—	0·11	—	0·12	Spur	0·05	Spur	0·06	0·08	Spur	0·14	0·15	Spur	0·05	0·04
Titansäure . .	—	—	—	0·20	0·20	—	Spur	0·20	—	—	—	—	Spur	—	—	—
Glühverlust . .	10·67	5·00	11·30	—	5·00	0·33	—	1·60	—	10·66	15·23	12·30	1·60	—	—	—
Summe .	99·94	99·67	99·60	99·56	99·72	99·66	100·00	99·90	99·66	99·23	99·55	99·49	99·65	99·40	100·05	99·24

Ausserdem werden aber in der Provinz Constantine in dem Arrondissement Guelma noch kalkige Erze, welche einen etwas grösseren Gehalt an Mangan enthalten, sowie im Arrondissement von Sétif Eisenhydroxyde, die ziemlich reich an Kieselerde sind, gefunden. Die Zusammensetzung derselben ist folgende:

	Arrondissement Guelma			Arrondissement Sétif			
				Aïn Turba	Bath-na	Cercle de Bougie	
Kieselerde	2·00	2·40	4·30	26·00	21·00	33·00	2·00
Thonerde	1·00	—	1·20				
Eisenoxyd	86·60	62·60	31·60	61·50	68·80	65·70	94·60
Manganoxyd	4·00	6·00	1·30	—	—	—	—
Kalkerde	2·60	13·30	32·30	—	1·00	—	—
Talkerde	Spur	0·30	0·30	—	—	—	—
Schwefelsäure	—	—	—	0·50	—	—	0·10
Phosphorsäure	0·06	0·10	0·12	Spur	Spur	0·06	0·20
Glühverlust	3·60	15·30	28·60	11·50	9·00	1·20	2·60
Summe	99·86	100·00	99·72	99·50	99·80	99·96	99·50

Aber nicht nur im Departement Constantine, sondern auch in den beiden Departements von Oran und Alger sind bereits reiche und vorzügliche Erze aufgefunden worden und werden theilweise gegenwärtig schon, wenn auch noch nicht in bedeutender, aber doch schon nennenswerther Menge (Oran lieferte im ersten Halbjahr 1876 schon 25.158 Tonnen und Alger 25.704 Tonnen Erze) ausgebeutet, weshalb der Charakter dieser Erze durch folgende Analysen gekennzeichnet werden soll.

Erze aus dem Departement Oran.

	Oran						Cap Ferrat	Traras	Mont Saboul		Djebel-el-Hadid		Aïn Témouchen		Oued Madagré, Camérata	
Kieselerde . .	1·00	1·30	2·00	0·60	1·00	7·00	2·60	2·60	28·60	2·00	2·60	4·30	2·00	2·00	5·00	4·00
Thonerde . . .			—				Spur	Spur							Spur	0·60
Eisenoxyd . .	61·38	76·46	63·00	64·72	87·10	91·50	60·60	80·38	57·00	91·34	57·10	72·30	81·90	77·00	95·00	87·60
Manganoxyd . .	5·28	5·14	—	7·58	0·10	—	0·40	3·40	3·30	Spur	Spur	—	3·60	4·40	0·10	—
Kalkerde . . .	15·60	5·66	17·00	13·60	3·50	—	11·20	—	—	—	14·60	1·00	2·60	5·00	Spur	Spur
Talkerde . . .	0·30	0·50	—	Spur	0·20	—	3·60	—	—	—	3·60	6·60	0·20	0·50	0·60	0·60
Schwefelsäure .	0·48	0·45	Spur	0·70	Spur	0·50	2·49	0·12	—	—	Spur	0·10	0·08	0·09	0·28	0·07
Phosphorsäure .	Spur	Spur	—	0·20	Spur	—	0·10	Spur	0·16	—	0·10	0·20	Spur	Spur	0·06	0·05
Glühverlust . .	15·52	9·85	17·00	12·30	8·00	1·00	18·60	11·40	10·60	6·66	21·30	15·30	9·00	11·00	0·60	6·60
Summe .	99·56	99·36	99·30	99·70	99·90	100·00	99·49	99·90	99·66	100·00	99 30	99·80	99·38	99·99	101·64	99·52

Die Erze von Oran unterscheiden sich der Hauptsache nach vorzüglich dadurch von jenen des Departements Constantine, dass sie weniger Kieselerde und mehr Kalkerde enthalten, somit einen überwiegend basischen Charakter haben.

Erze des Departements Alger.

	Bouzaréah	Tenés		Tribu des Beni-Ak'Il			Boufarik	Col des Beni-Ouich	Oued Arbill			Oued Messelmoun		Médéa	Oued Anacar	Oued Rehan
Kieselerde . .	6·00	4·00	3·20	3·66	2·00	11·06	2·00	1·90	0·20	3·00	5·00	1·00	1·60	28·60	6·00	3·00
Thonerde . . .	3·60	1·40	Spur	2·00	—	6·60			—	1·30	—	—	—	—	Spur	—
Eisenoxyd . .	85·06	74·00	88·60	73·50	79·14	63·72	88·30	96·39	90·00	79 30	88·30	71·60	88·90	63·00	80·00	87·70
Manganoxyd. .	—	3·30	1·90	5·38	4·60	1 77	—	—	—	—	—	1·00	2·00	—	2·00	Spur
Kalkerde . . .	—	Spur	0·10	Spur	0 66	0·33	1·00	—	—	—	2·00	10·83	—	3·00	0·20	0·20
Talkerde . . .	—	Spur	0·30	2·00	0·66	2·00	Spur	—	—	—	0·30	1·20	—	—	0·30	0·60
Baryumsulphat .	—	—	Spur	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0·50	—
Schwefelsäure .	Spur	1·40	0·27	0·38	0·76	Spur	0·10	0·20	0·30	0·10	0·15	0·08	Spur	0·30	0·02	0·32
Phosphorsäure .	0·12	Spur	Spur	0·15	0·15	0·48	0·03	0·06	0·20	0·25	0·20	0·12	0·24	—	0·16	0·10
Glühverlust . .	5·00	11·00	5·60	12·66	12·00	14·00	8·50	0·66	9·00	16·00	3·60	14·00	7·00	5·00	10·60	8·00
Kupfer	—	4·84	0·06	—	—	—	—	—	—	—	—	0·15	—	—	—	—
Summe .	99·72	99·94	99·73	99·73	99·97	99·96	99·93	99·21	99·70	99·95	99·55	99·98	99·74	99·94	99·78	99·72

Die Eisenerze Italiens.

Auch Italien liefert für den auswärtigen Handel eine nicht unbeträchtliche Menge von reichen Erzen, die ebenfalls von guter Qualität sind. Italien ist reich an vorzüglichen Erzen in den lombardischen Provinzen, und zwar in Bergamo, Brescia, Como, in den piemontesischen Provinzen Turin und Novara, vorzüglich aber auf Sardinien und auf der Insel Elba, welch' beide letztere Punkte für den Export von Bedeutung sind.

Die Ausfuhr von Erzen ist gegenwärtig schon von Belang, obwohl dieselbe erst zu Anfang dieses Decenniums nennenswerth zu werden begann. Sie erlitt in den letzten Jahren ungeachtet des Zurückgehens der Eisenproduction, ungeachtet der bedeutenden Productions-Steigerung in Spanien und Algier keine Verminderung.

Es erreichte die Ausfuhr:

In den Jahren	1871 . . .	45.322	Tonnen
„ „ „	1872 . . .	168.472	„
„ „ „	1873 . . .	151.949	„
„ „ „	1874 . . .	203.397	„
„ „ „	1875 . . .	191.157	„
„ „ „	1876 . . .	197.697	„
„ „ „	1877 . . .	236.667	„

Ausserdem wurden aber im Jahre 1877 noch 7375 Tonnen Manganerze ausgeführt.

Die Gesammtproduction ist nur um nahe 50.000 Tonnen grösser, da Italien kaum circa 20.000 Tonnen Roheisen pro Jahr producirt.

Diese Erze gehören zu den reichsten Erzen, indem sie meist über 60 Procent Eisen halten; der Gehalt an Phosphor ist sehr gering, hingegen ist der an Schwefel meist etwas grösser, weshalb die Erze weniger gesucht und geschätzt sind als die von Bilbao.

Schlussbemerkung über die Eisenerze.

Die Erze aus Algier gehören zu den reichsten Erzen, welche verhüttet werden. Wenn auch einzelne der im Vorhergehenden angeführten Analysen einen geringeren Eisenhalt zeigen, so kommen dieselben doch selten mit einem niederen Eisenhalt als mit 50 bis 55 Procent in Handel, ja sie erreichen häufig 60 bis 65 Procent, weil es sich nicht lohnen würde, ärmere Erze so weit zu transportiren. Es haben dieselben aber stets einen so grossen Gehalt an Kieselerde, während sie meist keine Kalkerde enthalten,

so dass sie immer eines basischen Schmelzzuschlages bedürfen. Ausserdem sind sie meist sehr arm an Mangan.

Der Gehalt an Phosphor ist sehr gering, indem er nach den veröffentlichten Analysen gewöhnlich nur 0·02, im Maximum aber nur 0·06 bis 0·07 Procent erreicht. Im Allgemeinen sind dieselben bei gleichem Eisenhalte weniger gesucht, als die Erze von Bilbao, welche meist einen geringeren Gehalt an Kieselerde, hingegen einen grösseren an Kalkerde und Manganoxyd haben. In den Erzen von Bilbao ist der Gehalt an Phosphor und Schwefel sehr gering, meist nicht nachweisbar. Diese Erze gehören somit zu den besten, welche überhaupt verarbeitet werden.

Weniger geschätzt als diese beiden sind die Erze von Elba, weil dieselben ungeachtet ihres grossen Eisen- und geringen Phosphorhaltes reicher an Schwefelkiesen sind. Dies mag vielleicht auch der einzige Grund sein, warum die Production und der Export von diesen Erzen, obwohl die Lage von Elba für denselben günstigerer ist, nicht in gleicher Weise zunimmt.

Um den Einfluss, welchen das Heranziehen dieser Erze zur Eisenproduction Europas ausübt, genauer kennen zu lernen, muss man die Eisenproduction Europas mit der wachsenden Production dieser Erze vergleichen.

Die Eisenproduction kann in Europa annäherungsweise durch folgende Ziffern für das Decennium 1867 bis inclusive 1876 angegeben werden, wozu jedoch noch zur Erläuterung angeführt werden muss, dass alle Zahlen in metrischen Tonnen à 1000 Kilogramm angegeben sind. Bei den für Deutschland angeführten Zahlen ist vom Jahre 1871 angefangen die Production von Elsass-Lothringen mit inbegriffen, während sie selbstverständlich in den Zahlen dieser Jahre für Frankreich fehlt.

Da von Spanien die Grösse der Metall-Erzeugung in den letzten Jahre noch nicht veröffentlicht ist, so wurden die betreffenden Zahlen für 1874, 1875 und 1876 und endlich jene von Italien (da dieselben keinen wesentlichen Einfluss auf die Gesammterzeugung ausüben) für die Jahre 1867 bis inclusive 1871, über welche sie bis jetzt nicht bekannt sind, der Wahrscheinlichkeit nach ergänzt. Endlich wurde die Production aller jener Länder Europas, welche nicht namentlich angeführt wurden, der wahrscheinlichen Production nach summarisch eingetragen.

Annäherungsweise Roheisen-Erzeugung von Europa

in den Jahren 1867 bis inclusive 1876.

	1867	1868	1869	1870	1871	1872	1873	1874	1875	1876
Grossbritannien .	4,837.199	5,049.729	5,532.889	6,058.931	6,733.214	6,849.800	6,671.514	6,087.270	6,467.319	6,660.893
Deutschland . .	1,034.300	1,158.439	1,288.990	1,261.683	1,420.830	1,807.846	1,983.163	1,660.209	1,759.052	1,614.687
Frankreich . .	1,229.044	1,235.308	1,380.965	1,173.114	859.641	1,217.838	1,366.971	1,423.308	1,416.228	1,453.112
Belgien . . .	423.069	435.754	534.319	565.234	609.230	655.565	607.373	532.790	540.473	490.508
Oesterr.-Ungarn .	319.902	375.077	405.082	402.953	424.606	459.625	534.507	494.054	454.574	400.426
Russland . . .	323.121	324.711	332.850	359.989	359.272	399.273	384.356	380.236	426.896	441.553
Schweden . . .	253.810	263.371	292.448	300.470	298.893	339.559	345.872	327.997	350.541	352.622
Luxemburg . .	79.306	109.008	124.039	129.440	142.852	180.549	257.411	246.054	270.337	231.658
Spanien . . .	41.933	43.161	34.486	54.007	53.606	56.462	42.825	40.000	40.000	40.000
Italien	20.000	20.000	20.000	20.000	25.000	26.000	25.480	21.054	20.278	30.000
Die übrig. Länder	50.000	50.000	55.000	55.000	60.000	65.000	65.000	60.000	60.000	60.000
Summe .	8,611.684	9,064.558	10,001.068	10,380.821	10,997.144	12,057.517	12,284.472	11,272.972	11,805.698	11,775.459

Wenn man bedenkt, dass Russland Erze weder ein- noch ausführt, somit ganz ausser Betracht fällt, Spanien, Italien, Schweden, Oesterreich-Ungarn nur vorzügliche Erze ausführen, die kleineren eisenproducirenden Länder gar nicht zu rechnen sind, Luxemburg nur Erze, und zwar minderer Qualität ausführt, so kommen die in folgender Tabelle ausgewiesenen Mengen der von Spanien, Algier, Italien, Schweden und Oesterreich-Ungarn ausgeführten Erze vorzüglicher Qualität der Eisenproduction von England, Frankreich, Belgien und Deutschland zu Gute. Verhältnissmässig am wenigsten gewinnt dadurch die Eisen-Industrie Deutschlands, da dieselbe nur einen Theil der schwedischen Erze, dann die aus Oesterreich kommenden Erze und nur in den westlichen Theilen grössere Mengen von überseeischen Erzen aus Spanien und Algier zur Verwendung bringen kann.

Die Ausfuhr an Erzen betrug in Tonnen in den Jahren 1867 bis 1876:

	1867	1868	1869	1870	1871
Aus Spanien	118.000	?	?	160.000	585.762
„ Algier	?	?	218.036	172.990	174.944
„ Italien	31.562	24.513	54.122	40.711	45.322
„ Schweden . . .	?	?	?	13.124	11.901
„ Oesterreich-Ungarn	63	816	680	236	102
Summe .	?	?	?	387.061	818.031

	1872	1873	1874	1875	1876
Aus Spanien	781.468	811.926	402.952	496.528	908.899
„ Algier	394.813	426.213	463.815	528.004	511.750
„ Italien	168 472	152.949	203.397	191.157	197.697
„ Schweden . . .	18.651	23.869	25.310	27.210	14.920
„ Oesterreich-Ungarn	1.121	24.255	30.509	52.817	38.159
Summe .	1,364.525	1,439.212	1,125.983	1,295.716	1,671.425

Aus diesen Erzen, deren Eisenhalt mit 55 Procent angenommen werden kann, konnte an Roheisen in Tonnen erzeugt werden:

Im Jahre	1867	1868	1869	1870	1871
Tonnen	?	?	?	212.883	449.917
Im Jahre	1872	1873	1874	1875	1876
Tonnen	750.378	791.567	619.290	712.643	919.283

Wenn man bedenkt, dass die Erzausfuhr aus Spanien, Algier und Italien in stetiger Zunahme begriffen ist, und dieselbe im Jahre 1877 für Spanien mit 1,162.170, für Italien (wenn die Manganerze für Spiegeleisen und Rohmangan-Erzeugung mit einbezogen werden) mit 244.042 Tonnen angegeben wird, so kann die betreffende Erzmenge für das Jahr 1877 mit 1,997.000 oder rund mit 2 Millionen Tonnen beziffert werden, aus welcher Menge aber 1·1 Millionen Tonnen Roheisen vorzüglicher Qualität erzeugt werden können.

Wie jedoch schon früher erwähnt, sollen die officiellen Angaben über die Erzausfuhr aus Spanien zu nieder gegriffen sein und mit den Verhältnissen sehr vertraute Männer schätzen dieselbe gegenwärtig auf nahe 1,800.000 Tonnen. Da die Ausfuhr aus Algier und Italien gewiss nicht geringer geworden ist, so werden der Eisen-Industrie Englands, Frankreichs, Belgiens und Deutschlands nahe 2·5 Millionen Tonnen Erze vorzüglicher Qualität zugeführt, aus welchen etwa 1,375.000 Tonnen Roheisen erzeugt werden können.

Diese vier obengenannten Länder erzeugen gegenwärtig nahe 10 Millionen Tonnen Roheisen und werden bei Erzeugung dieser Mengen ausser den in den betreffenden Ländern gewonnenen guten Erzen noch für etwa 1·3 Millionen Tonnen Roheisen überseeische Erze bester Qualität verwendet.

Dass bei der sehr bedeutenden Steigerung der Erzzufuhr, während die Roheisenproduction etwas zurückging, die Erzeugung von guten Roheisen zunehmen musste, unterliegt keinem Zweifel.

Dies sind die Gründe, warum jetzt mit sehr wenigen Ausnahmen auf den Ausstellungen nahe aller Länder eine vorzügliche Qualität von Eisen und Stahl getroffen werden konnte.

Vor mehreren Jahren wurde in verschiedenen Kreisen die Idee ausgesprochen, es werde nicht mehr lange dauern, dass Eisenerze aus den Vereinigten Staaten Nordamerikas auf dem europäischen

Erzmarkte Eingang finden würden. Da einerseits der grösste Theil der Erzlagerstätten Nordamerikas zu weit vom Ocean entfernt ist, andererseits nahezu unerschöpfliche Lagerstätten, welche viel günstiger für den Transport nach den Eisen producirenden Ländern Europas situirt sind, herangezogen wurden, so dürfte an ein Beziehen der Erze aus Nordamerika gegenwärtig in Europa nicht mehr gedacht werden.

Ebenso wird die Gewinnung von so grossen Mengen der vorzüglichsten Erze auch nicht ohne Einfluss sein auf die Entwicklung der Eisen- und Stahl-Industrie jener Länder, welche bis vor kurzer Zeit durch die Localverhältnisse gleichsam ein Monopol für die Erzeugung von Qualitäts-Eisen und Stahl hatten.

Oesterreich-Ungarn und Schweden erzeugen zusammen pro Jahr nicht mehr als 800.000 bis 900.000 Tonnen Roheisen, von welcher Menge nur ein Theil zu den vorzüglichsten Sorten zu rechnen ist, während, wie im Vorhergehenden gezeigt wurde, aus den der Eisen-Industrie aus überseeischen Ländern zugeführten Erzen jetzt schon jährlich 1·3 Millionen Tonnen vorzügliches Roheisen erzeugt werden können.

Wollen somit die beiden Länder, Oesterreich-Ungarn sowie Schweden, ihr altes Renommé bewahren, so muss Alles aufgeboten, bei den Fabrications-Methoden die sorgfältigste Auswahl getroffen, bei der Erzeugung selbst nichts aus den Augen gelassen werden, was zur Verbesserung der Qualität beitragen kann.

Vorzüglich muss aber auf eine sehr gute Sortirung der Erze gesehen werden.

Nur dann kann an einen Absatz von Eisen- und Stahl-Fabricaten nach auswärts gedacht werden.

DIRECTE EISENERZEUGUNG.

Die directe Erzeugung von Eisen und Stahl aus Erzen scheint in den letzten Jahren nur wenige Fortschritte gemacht zu haben.

Siemens, der am meisten in dieser Richtung arbeitete und von Zeit zu Zeit Einiges über den Verlauf seiner Arbeiten veröffentlichte, hatte gar nicht ausgestellt, ebensowenig Blair.

Hingegen waren in der spanischen Abtheilung die Producte des im Jahre 1855 schon bekannten Processes Chenot zu sehen.

In der Hütte der Herren Ybara Hermanos & Comp. bei Bilbao werden Erze von Bilbao und Somorostro directe verarbeitet, zu welchem Ende vier Reductionsöfen nach der von Chenot angegebenen Einrichtung in Betrieb stehen. Das reducirte Erzklein wird gepresst und mit den Erzstufen in catalonischen Feuern eingeschmolzen. Die Production von Chenot-Stahl an dieser Hütte beträgt nach den gebrachten Angaben pro Jahr 1500 Tonnen.

Ausser bei Ybara stehen noch bei Juan J. de Jaurequi 6 bis 10 Reductionsöfen, welche den Chenot'schen sehr ähnlich sind und den Namen Furangin-Oefen (der Name des Erbauers) haben. Die Weiterverarbeitung des Eisenschwammes erfolgt in gleicher Weise in catalonischen Feuern. Die Qualität der ausgestellten Producte war eine sehr gute, was bei der vorzüglichen Beschaffenheit der verwendeten Erze nicht besonders auffallen kann. Um zu zeigen, wie gut die Reduction gelinge, waren Erzstücke ausgestellt, welche an der einen Seite noch roh, an der andern reducirt und ausgeschmiedet waren. Ungeachtet der gewiss interessanten Ausstellung wurde von den Ausstellern selbst zugegeben, dass dieser Process auch in Spanien bei den vorzüglichen Erzen keine Zukunft habe, da der Brennmaterial-Aufwand zu gross ist. Man verbraucht im Durchschnitte ausser der

Steinkohle, welche zum Heizen der Reductionsöfen erforderlich ist, zur Reduction sowie zum Einschmelzen in den Feuern für 100 Kilogramm Eisen 200 Kilogramm Holzkohle. Es dürften daher diese Producte zum letztenmale auf einer internationalen Ausstellung erschienen sein.

Mr. Charles Meredith Dupuy, Civil-Ingenieur in Philadelphia, hatte ebenfalls auf directem Wege erzeugtes Eisen ausgestellt, und schlägt derselbe bei der Fabrication folgenden Weg ein.

In cylindrische Blechbüchsen, von dünnem Blech hergestellt und mit einer Blechplatte verschliessbar, wird ein Gemenge von Erzen und Reductionskohle (50 bis 150 Kilogramm) eingetragen. Schmelzzuschläge werden nicht mehr, als zur Verschlackung der erdigen Bestandtheile erforderlich sind, und von solcher Strengflüssigkeit zugesetzt, dass die Reduction früher erfolgen könne, bevor eine Verschlackung eintritt. Damit bei grossen Blechbüchsen die Wärme vollständiger eindringen könne, wird ein centrales Blechrohr eingelegt. Die Blechbüchsen werden in Schweissöfen 5 bis 7 Stunden lang erhitzt, bis die Reduction vollendet und das Zusammenschweissen des Eisenschwammes erfolgt ist, worauf die ausgenommenen erweichten Klumpen unter dem Hammer gezängt werden. Das auf diese Weise erhaltene Eisen soll von vorzüglicher Reinheit sein, da etwa Dreiviertel des in den Erzen enthaltenen Phosphorgehaltes abgeschieden werden soll. Nach einer von Dr. Otto Wuth in Pittsburg ausgeführten Analyse hat das auf diese Weise erzeugte Eisen folgende Zusammensetzung:

Kohlenstoff	0·042	Procent
Silicium	0·021	„
Schwefel	0·032	„
Phosphor	0·016	„
Schlacken	0·185	„
Eisen	99·700	„
Summe .	99·996	Procent

Das Luppeneisen ist nach Dupuy's Angabe so rein, dass es unmittelbar zu Blech oder Stabeisen verarbeitet werden kann. Unter den Ausstellungs-Objecten befanden sich jedoch auch cemen-

tirte Eisenstäbe, sowie daraus erzeugter Tiegelgussstahl. Ueber Durchführung des Processes gibt Dupuy folgende Daten an:

Obwohl jede Gattung von Flammöfen verwendet werden kann, so empfiehlt derselbe doch Gasöfen, in welchen man pro Ofen und 24 Stunden leicht 1500 bis 2000 Kilogramm reines Eisen erzeugen kann. Zwei Heizer bei den Generatoren und acht gewöhnliche Arbeiter sollen vollkommen ausreichen, um 10 Oefen gleichzeitig zu bedienen und in 24 Stunden 15 bis 20 Tonnen Eisen zu erzeugen.

Dupuy hebt als Vortheile seines Processes besonders hervor:

1. Die grosse Einfachheit desselben, sowie die Verlässlichkeit der Betriebsresultate, nach welchen es möglich sein soll, den Metallhalt der Erze nahezu vollständig zu gewinnen.

2. Vermeidung von kostspieligen Hüttenanlagen, indem weder Hohöfen noch theuere Maschinen nothwendig sind. Es reichen jene Einrichtungen hin, welche ohnedies in den gewöhnlichen Eisen-Raffinir- und Walzhütten getroffen werden.

3. Reinheit und vorzügliche Qualität der erzeugten Producte.

4. Niederer Gestehungspreis. Derselbe soll sich pro Tonne Eisen nur um 40 bis 50 Francs höher als der des Roheisens stellen.

Nicht zu leugnen ist, dass diese Methode eine sehr einfache ist und dass dieselbe ein geringes Anlagscapital fordert, ja ohne besondere Auslagen, sozusagen in jeder bestehenden Walzhütte versucht werden kann. Hingegen hat dieselbe aber auch zweifellos manche Uebelstände, welche Dupuy gar nicht erwähnt. Das erhaltene Product wird ungleichförmig und besonders bei Anwendung von ärmeren Erzen sehr schlackig sein, weil das Product nie flüssig war, somit die Trennung der Schlacke vom Eisen nicht vollständig erfolgen kann. Die erhaltenen Producte dürften daher directe kaum verwendbar sein, sondern höchstens als Materiale für den Siemens-Martin-Process dienen können.

HOHOFENBETRIEB.

Erzeugung von Rohmangan, Silicium-, Chrom- und Wolfram-Roheisen.

Von den in Eisenhohöfen erzeugten Producten sind mehrere von besonderem Interesse und verdienen deshalb näher besprochen zu werden.

In erster Linie ist zu erwähnen Ferromangan, welches mit einem besonders hohen Manganhalt von drei Hütten ausgestellt wurde. Das Ferromangan, welches 84, ja selbst 87·4 Procent Mangan und, wie die weiter unten angeführten Analysen zeigen, 8, eventuell kaum 6 Procent Eisen enthält, würde richtiger mit dem Namen Rohmangan bezeichnet werden, wie man ähnliche eisenreiche Producte mit dem Namen Roheisen und unreines Kupfer mit dem Namen Rohkupfer bezeichnet.

Ich glaube kaum mehr darauf hinweisen zu müssen, dass Ferromangan von 40 bis 50 Procent Manganhalt zuerst in Oesterreich im Hohofen erzeugt wurde, während man in Frankreich lange Zeit versuchte, solche Producte in Siemens-Oefen herzustellen. In der That erhielt man im letzteren Falle Ferromangan mit nahe 60 und mehr Procent, allein dieser Process war pecuniär nicht rentabel und man entsandte Ingenieure nach Jauerburg in Krain, um die Erzeugung dieser Producte im Hohofen zu studiren. Während im Jahre 1875 noch bedeutende Mengen Ferromangan aus Oesterreich nach Frankreich exportirt wurden, hatten französische Hütten im Jahre 1876 in Philadelphia schon sehr mangan-reiche Roheisen-Sorten ausgestellt und in der letzten Zeit kaum erwartete Resultate erzielt. Von den Ausstellungen in dieser Richtung sind anzuführen:

Société anonyme des Hauts-fourneaux et Fonderies de Marseille. Diese Gesellschaft besitzt drei grosse Hohöfen

unmittelbar am Bahnhofe in Saint-Louis und nahezu 4 Kilometer vom Hafen in Marseille entfernt. Die Hohöfen sind so gross, dass man in denselben von gewöhnlichen Roheisensorten annäherungsweise 50.000 Tonnen pro Jahr zu erzeugen vermag. Die vier Gebläsemaschinen haben 600 Pferdekräfte, während die übrigen Hilfsmaschinen noch 50 Pferdekräfte in Anspruch nehmen. Die Winderhitzungs-Apparate sind theilweise nach dem System Whitwell erbaut, so dass es möglich wird, sehr hohe Windtemperaturen zu erzielen. Der Hütte stehen in Folge der Nähe des Mittelländischen Meeres die besten überseeischen Erze von Spanien, Algier, Italien, der Insel Elba etc. zur Verfügung. Die zur Verwendung kommenden Cokes werden theils in Appold-Oefen aus Kohlen erzeugt, welche aus den der Gesellschaft gehörigen Gruben von Portes und Sénéchas gewonnen werden, theils aber werden Retorten-Cokes von der Leuchtgas-Erzeugung (da dieselbe Gesellschaft die Gasbeleuchtung von Marseille besorgt) verwendet. Es dürfte dies vielleicht der einzige Fall sein, in welchem Gas-Cokes in grösserer Menge zur Roheisenfabrication verwendet werden.

Es werden in diesen Hohöfen gewöhnlich folgende Sorten von Roheisen erzeugt:

Feinkörniges graues Roheisen für den Bedarf der Frischfeuer als Ersatz für Holzkohlen-Roheisen, sowie für Erzeugung von Bessemer-Metall;

Feinkörniges graues, halbirtes, weisses bis strahliges Roheisen, welches für Erzeugung von Qualitäts-Puddlingseisen und Martin-Metall verwendet wird;

Giesserei-Roheisen für Stücke von grosser Festigkeit;

Giesserei-Roheisen speciell für Erzeugung von hämmerbarem Guss; sowie endlich

Manganhältiges und -reiches Roheisen von 10 bis 87 Procent Manganhalt, somit bis zum Rohmangan.

Um die Qualität dieser verschiedenen Roheisensorten zu erläutern, waren den ausgestellten Objecten folgende Analysen beigegeben.

Roheisen.

	Stahl-Roheisen		Giesserei-Roheisen	
	Nr. 1	Nr. 3	Nr. 1	Nr. 3
Eisen	89·890	92·400	92·800	92·800
Mangan	2·800	2·320	1·150	1·870
Silicium	2·990	1·820	2·500	2·700
Kohlenstoff	3·500	3·400	3·000	2·500
Schwefel	0·014	0·090	Spur	Spur
Phosphor	0·002	0·006	0·006	0·007
Summe .	99·196	100·036	99·466	99·877

Manganreiche Eisensorten.

	Spiegeleisen	Ferromangan					Rohmangan	
Mangan . .	10·930	18·500	28·400	39·900	52·120	63·690	84·960	87·400
Silicium . .	0·690	0·168	0·190	0·186	0·830	0·069	0·660	0·660
Kohlenstoff .	4·410	5·750	5·200	5·450	4·900	6·000	5·700	6·000
Schwefel . .	0·010	0·005	0·000	0·008	Spur	0·019	0·035	0·035
Phosphor . .	0·002	0·015	0·025	0·020	0·041	0·013	0·005	0·005
Eisen aus der Differenz .	83·958	75·562	66·185	54·436	42·109	30·209	8·640	5·900
Summe .	100·000	100·000	100·000	100·000	100·000	100·000	100·000	100·000

Alle diese Eisensorten zeichnen sich durch ihren geringen Halt von Schwefel und Phosphor aus. Leider fehlen die Untersuchungen auf Arsen und Kupfer, so dass diese Spiegeleisensorten nicht leicht mit jenen von Siegen verglichen werden können, deren grösster Fehler ein bedeutender Gehalt an Kupfer, der oft 0·2 Procent übersteigt, ist.

Eine scharfe Grenze zwischen manganreichem Ferromangan und Rohmangan ist allerdings nicht leicht zu ziehen, und man könnte, strenge genommen, die Bezeichnung Rohmangan dann eintreten lassen, sobald der Mangangehalt den Eisengehalt übersteigt.

Rohmangan wird vorzüglich bei Erzeugung von weichen Eisensorten nach Martin's Process in Siemens- oder Siemens-Pernot-Oefen verwendet. Wenn auch Rohmangan im Grossen erzeugt wird, so ist die Menge, welche gegenwärtig verbraucht wird, noch immer nicht so bedeutend, dass ein Hohofen ununterbrochen mit der Erzeugung dieser Producte beschäftigt werden kann. Es ist auch des Hohofen-Zustellungsmaterials halber gar nicht möglich, Rohmangan ohne Unterbrechung zu erzeugen, weil die Ofenzustellung zu rasch zu Grunde gehen würde.

Bei der Erzeugung von Rohmangan braucht man für 1000 Kilogramm Rohmangan an Cokes 3000 Kilogramm und selbst etwas darüber, während bei Graueisen-Erzeugung 1000 Kilogramm Cokes hinreichen. Auch die Production geht selbstverständlich in dem Masse zurück, als der Brennstoffaufwand hinaufgeht.

Die Compagnie des Fonderies & Forges zu Terre-Noire, La Voulte und Besseges erzeugt ebenfalls in den Hohöfen zu Terre-Noire Ferromangan und Rohmangan theils für den eigenen Bedarf, theils für den Verkauf. Man arbeitet in Terre-Noire in einem der drei Hohöfen, von welchen meist zwei in Betrieb stehen. Dieselben haben bei 16 Meter Höhe einen Cubik-Inhalt von 90 Cubikmeter und zusammen eine Productionsfähigkeit von etwa 30,000 Tonnen pro Jahr.

Die 2 Gebläsemaschinen haben 280 Pferdekräfte und wird der Wind bei einer Pressung von 12 bis 15 Centimeter Quecksilbersäule durch 5 Cowper-Siemens'sche Winderhitzungs-Apparate auf 600 bis 750 Grade Celsius erwärmt.

An Eisenerzen verwendet man hier überwiegend solche aus Algier (Mokta-el-Hadid und Tafna), von der Insel Elba, sowie Spatheisensteine aus den Pyrenäen von Fillos und Vernet. Mangan-Erze hingegen werden aus Sardinien, Spanien und aus dem Departement der Saône et Loire bezogen und geben folgende Analysen über die Zusammensetzung dieser Erze genügend Aufschluss.

	Erze von **Romaneche** (Saône et Loire) Psilomelan	Erze von Spanien								Erze aus Sardinien
		Vulcano Manganhältige Hämatite	**Palamares** Manganhältige Hämatite	**Escombrera** Manganhältige Hämatite	**Aude** Contactgang	**Carthagene** Lager	**Almëira** Lager	**Almëira**	**Huelva** Pyrolusit	Lager
Metallhalt an Eisen	3·00	45·00	49·60	35·00	19·12	18·36	1·72	1·35	1·89	10·80
Metallhalt an Mangan	42·25	6·50	10·00	15·12	24·63	27·00	42·34	49·87	52·78	40·00
Kieselerde	5·50	10·00	3·80	8·00	4·00	13·30	11·00	3·70	6·20	6·00
Kalkerde	8·80	3·00	Spur	3·10	16·80	6·50	7·80	10·30	3·40	6·50
Thonerde	1·10	0·00	2·10	Spur	0·40	1·80	0·00	1·20	1·40	0·50
Baryterde	11·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	1·97	0·00	0·00	0·00
Schwefel	0·00	0·04	Spur	0·30	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00
Phosphor	Spur	0·01	0·05	0·05	Spur	0·25	0·05	0·05	0·15	0·05

Die bei Benützung dieser Erze erzeugten Sorten von Rohmetallen haben folgende Zusammensetzung:

	Spiegeleisen	Ferromangan			Rohmangan
Eisen	84·450	69·600	53·000	30·500	8·250
Mangan	10·200	25·150	41·250	64·250	85·500
Silicium	0·160	0·052	0·080	0·062	0·093
Kohlenstoff	4·850	5·200	5·450	5·650	6·620
Schwefel	0·000	0·000	0·000	0·000	0·000
Phosphor	0·085	0·095	0·135	0·125	0·145
Summe .	99·745	100·097	99·915	100·587	100·608

Wenn diese Producte auch etwas reicher an Phosphor sind, als die in St. Louis bei Marseille erzeugten, so ist der Gehalt an Phosphor noch immer so gering, dass ein nachtheiliger Einfluss nicht zu besorgen ist, da nur einige Procente dieser Producte bei der Erzeugung von Ingotsmateriale zugesetzt werden.

Die Betriebsverhältnisse stellen sich etwa in folgender Weise bei Erzeugung von:

	Roheisen	Ferromangan mit einem Manganhalte in Procenten von 40—50	Ferromangan mit einem Manganhalte in Procenten von 60—65	Rohmangan mit einem Manganhalte in Procenten von 80—85
Erzeugung in 24 Stunden in Tonnen	45	20—25	11	6—8
Verbrauch an Brennstoff in Tonnen pro Tonne Erzeugung	1	1·8	2—2·5	3

Bei Erzeugung von Rohmangan wird die Beschickung so geführt, dass die Schlacke nahe 50 Procent Kalkerde enthält.

Ausser diesen Eisenmangan-Legirungen enthielt die Ausstellung von Terre-Noire Eisenmangan-Silicium-Legirungen, sogen. Silicium-Roheisen, sowie im Hohofen erzeugte Eisenmangan-Chrom- und Eisenmangan-Wolfram-Legirungen.

Die erstere dieser drei hat gegenwärtig schon die grösste Bedeutung, indem sie zur Herstellung des blasenfreien Gussstahles (Façongusses) nothwendig erscheint und in einer später anzudeutenden Weise verwendet wird, während die beiden letzteren nur für die Erzeugung von meist harten und zähen Specialstählen verwendet werden.

Auch bei der Erzeugung des Silicium-Roheisens geht die Tagesproduction herab und steigt der Brennstoffaufwand bedeutend. Bei einem Gehalt von 10 Procent Silicium werden kaum 11 bis 12 Tonnen pro Tag erzeugt und pro Tonne Erzeugung 2·8 Tonnen Cokes verbraucht. Aehnlich verhält es sich bei der Erzeugung von Chrom- und Wolfram-Roheisen.

Die Zusammensetzung dieser Legirungen ist aus folgenden Analysen zu ersehen.

	Silicium-Roheisen *)				Chrom-Roheisen	Wolfram-Roheisen
	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4		
Eisen	66·750	71·500	79·000	85·500	57·430	30·000
Mangan	20·500	19·500	13·000	6·500	13·200	41·500
Silicium	10·200	7·450	5·450	5·550	0·000	0·000
Chrom	—	—	—	—	25·300	—
Wolfram	—	—	—	—	—	24·250
Kohlenstoff	2·650	2·650	2·300	2·100	4·750	5·650
Schwefel	—	—	—	—	—	—
Phosphor	0·185	0·178	0·145	0·140	—	0·140
Summe .	100·285	101·278	99·895	99·790	100·680	101·540

*) Wichtig scheint es mir, darauf aufmerksam zu machen, dass beim Silicium-Roheisen, wenn dasselbe den Anforderungen entsprechen soll, Silicium und Mangan im richtigen Verhältnisse vorhanden sein muss. Da dasselbe bei Erzeugung von blasenfreiem Gussstahl dazu verwendet werden soll, den vorhandenen Sauerstoff zu verbrauchen, so soll Mangan und Silicium in einem derartigen Verhältniss vorhanden sein, dass sie, wenn beide oxydirt sind, eine leicht flüssige Schlacke geben, da ja in dem Schlussproduct am besten nichts von beiden zurückbleiben sollte. Rechnet man auf die Bildung einer Schlacke, die zwischen dem Singulo- und Bi-Silicate steht, so müsste sich der Siliciumgehalt zum Mangangehalt verhalten wie 1 zu 2 bis 4.

Die Ausstellung von Terre-Noire war in Beziehung auf derartige Metall-Legirungen weitaus die reichhaltigste und lehrreichste.

Ausser diesen beiden Ausstellern brachten noch Ponsard und Gigli aus der Fonderia del Porte à Rifredi bei Florenz Rohmangan mit angeblich 84 Procent Manganhalt. Leider konnten keine näheren Daten über dasselbe erhalten werden.

Wenn auch schon bei Gelegenheit der beiden letzten Ausstellungen in den Jahren 1873 und 1876 an Mangan sehr reiche Hohofenproducte ausgestellt waren, so war dies doch noch nie in so eminenter Weise als diesmal der Fall und konnte dies recht auffallend den Standpunkt klarstellen, den derartige Legirungen in der Metallurgie bereits einnehmen. Es sind dieselben in Frankreich bei der Erzeugung weicherer Sorten Ingotsmaterials in Siemens-Oefen nahezu unentbehrlich geworden und bilden gegenwärtig schon einen bedeutenden Exportartikel. Aehnlich verhält es sich mit der Erzeugung des Silicium-Roheisens. Wenn sich die gegenwärtig in Terre-Noire ausgeführte Methode, blasenfreien Façonstahlguss zu erzeugen, so bewährt, wie es allen Anschein hat, so wird das Silicium-Roheisen (Eisen-Mangan-Silicium-Legirung) sehr bald zu den currenten Hohofenfabricaten zu zählen sein.

Die Frage, ob Oesterreich in der Lage ist, solche Fabricate zu erzeugen, muss bejahend beantwortet werden, da dasselbe über reiche und reine Manganerze in der Bukowina, im Banate, in Krain etc. verfügt. Es mangelt aber bis jetzt an jenen Orten, an welchen dieselben gewonnen werden, an der für eine solche Fabrication passenden Einrichtung der Hohöfen, Gebläse und Wind-Erhitzungs-Apparate. Ueberdies muss noch hinzugefügt werden, dass die Verwendung von guten Cokes anstatt Holzkohlen die Erzeugung dieser Metall-Legirungen bei entsprechender Einrichtung der Oefen wesentlich erleichtert, weil hiedurch eine hinreichend hohe Temperatur leichter zu erhalten ist.

Es scheint kaum zweifelhaft, dass Oesterreich diese beiden Producte erzeugen, nicht nur den eigenen Verbrauch decken, sondern auch für den Export arbeiten könnte.

Was die Erzeugung des Chrom- und Wolfram-Roheisens mit einem so hohen Gehalt von Chrom oder Wolfram anbelangt, so muss zugegeben werden, dass diese Producte, aus dem Hohofen

erzeugt, als Novitäten anzusehen sind.*) (In Gussstahltiegeln wurden dieselben schon vor längerer Zeit, und zwar current an einzelnen Orten, z. B. Chrom-Roheisen in Brooklin, in Kapfenberg, Wolfram-Roheisen in Kapfenberg, Eibiswald, Reichenau etc. erzeugt.) Da dieselben jedoch nur zur Erzeugung von besonders harten oder zähen Specialstählen verwendet werden, so dürfte die Nachfrage nach solchen Legirungen noch lange Zeit eine verhältnissmässig geringe und deshalb die Erzeugung im Hohofen eine wenig lohnende sein. Sollte jedoch der Verbrauch ein grösserer werden, so dürfte gerade Oesterreich wieder berufen sein, solche Producte für den Export zu liefern, da dasselbe über Chromite**) und Wolframite verfügt.

Ich kann nicht umhin hier darauf aufmerksam zu machen, dass bei der Erzeugung von Rohmangan in St. Louis einige wissenschaftlich sehr interessante Beobachtungen gemacht wurden.

Steigt der Gehalt an Mangan im Rohmangan über 87 Procent, so wirkt die gewöhnliche Luft schon so oxydirend auf dasselbe ein,

---

*) Ich kann aber nicht umhin, hier zu erwähnen, dass chromhältiges Roheisen, jedoch mit einem geringen Gehalt an Chrom, auf dem früher ärarischen Hohofen zu St. Stephan in Steiermark schon vor mehr als 20 Jahren erzeugt wurde. Ferner erzeugte schon vor mehreren Jahren die Tasmanian Iron und Steel Comp. in den Vereinigten Staaten Chrom-Roheisen mit einem Gehalt von 6 bis 7 Procent Chrom im Hohofen.

**) Von Clouet wurden Chromite von verschiedenen Fundorten, darunter auch von Oesterreich untersucht, weshalb ich einige dieser Analysen anführen will, um die Zusammensetzung der in Oesterreich vorkommenden Chromite mit der von anderen Fundorten vergleichen zu können.

	Oesterreich-Ungarn			Drontheim in Norwegen	Russland			Klein-Asien Kavahissac	Baltimore
	Kraubat Steiermark	Ungarn	Alt-Orsova Banat		Jekaterinburg Ural	Orenburg	Wiatka		
Kieselerde	2·50	7·30	5·26	5·00	7·07	3·05	2·20	2·15	3·20
Thonerde	8·00	16·77	12·60	12·00	6·77	8·05	10·00	7·62	5·40
Talkerde	11·58	14·85	15·09	21·28	13·40	10·98	11·62	12·31	4·09
Eisenoxydul	24·92	29·60	18·33	19·72	23·27	24·92	18·18	24·92	42·31
Chromsesquioxyd . . .	53·00	31·48	48·72	42·00	49·49	53·00	58·00	53·00	45·00
Summe .	100·00	100·00	100·00	100·00	100·00	100·00	100·00	100·00	100·00

dass es sich in verhältnissmässig kurzer Zeit mit einer Schicht von Oxyden überzieht. Schon Rohmangan mit 80 bis 85 Procent Mangan oxydirt, in überdeckten Stadeln gelagert, ungleich rascher, als gewöhnliches Roheisen.

Bei der Erzeugung des Ferromangans und des Rohmangans konnte ferner die bis nun noch nicht genügend beachtete Thatsache constatirt werden, dass Mangan bei den im Hüttenwesen in Anwendung stehenden Temperaturen in verhältnissmässig beträchtlicher Menge verflüchtigt wird.

Die Hütten-Ingenieure von St. Louis wurden auf diese Thatsache dadurch aufmerksam gemacht, dass sie eine vergleichende Bilanz zwischen den im Hohofen erzeugten und demselben zugeführten Wärmemengen einerseits, und den für die verschiedenen chemischen Reactionen verbrauchten, durch die geschmolzenen und gasförmigen Producte weggeführten, durch die Ofenwände ausgestrahlten Wärmemengen etc. andererseits zusammenstellten, um sich über die Ausnützung des Brennmaterials bei der Erzeugung von Rohmangan Rechenschaft zu geben. Man fand nun immer einen um so grösseren unerklärlichen Abgang an Wärme, je reicher die erzeugten Producte an Mangan waren. Es ist allerdings nicht zu leugnen, dass die in die Rechnung eingeführten Ziffern nicht ganz richtig waren, weil die Wärme-Capacitäten des Rohmangans und der Schlacken für diesen Fall nicht speciell bestimmt wurden, die bei der Reduction der Manganerze verbrauchte Wärmemenge ebenfalls nicht bestimmt ist und man sich daher der durch Induction ermittelten Näherungszahlen bedienen musste. Allein der Wärme-Abgang ist ein so bedeutender, dass er aus diesem Fehler allein nicht erklärbar ist. Es drängte sich somit nothwendigerweise die Frage auf, ob nicht eine andere Veranlassung zur Wärme-Absorption, vielleicht die Veränderung des Zustandes eines Körpers vorhanden sei.

Eine vergleichende Bilanz über die dem Hohofen durch die Erze zugeführte, sowie über die in den Producten, den Schlacken und dem Flugstaub enthaltene Menge Mangan zeigte stets einen bedeutenden, oft 10 Procent erreichenden Abgang an Mangan.

Diese beiden Thatsachen führten zu der Annahme, dass der Verlust an Mangan durch Verflüchtigung desselben veranlasst werde.

Ausserdem sprachen für diese Annahme eine Reihe von schon früher bekannten Thatsachen.

In dem Staub der Hohofengasleitungen findet man umsomehr Eisenoxydate und Zinkoxyd, in je geringerer Entfernung von der Gicht des Hohofens die Probe genommen wurde, während man in grösserer Entfernung nur ganz feinen, an Mangan reichen Staub findet, der ganz analog jenem Staube ist, der beim Verbrennen des Zinkes entsteht.

Der aus der Gicht des Hohofens entweichende Dampf ist weiss, während er in einiger Entfernung röthlich aussieht, so dass man veranlasst wird, anzunehmen, Mangan entweiche dampfförmig und verbrenne dann erst in der Luft.

Fliesst Roheisen mit 20 bis 25 Procent Manganhalt, welches bei hitzigem Ofengang erblasen wurde, aus dem Hohofen ab, so wird ein röthlicher Rauch in reichlicher Menge ausgestossen, welcher in Form eines feinen Staubes niederfällt und die Gegenstände der Umgebung bedeckt. Derselbe besteht der Hauptsache nach aus Manganoxyd, welches mit anderen aus dem Roheisen entweichenden Körpern, die oxydirten, vermengt ist, wie mit Kieselerde, Kalkerde etc. Dieser Rauch ist jenem ähnlich, welcher aus dem Hals der Bessemer-Converter entweicht, wenn man manganhältige Roheisensorten verarbeitet.*) Ueberhaupt deuten verschiedene Erscheinungen an der Flamme und dem Rauch der Bessemer-Converter auf das Flüchtigsein des Mangans bei höheren Temperaturen hin.

Die erkalteten Gänze von Rohmangan sind sehr häufig mit einer Schicht von rothem Manganoxyd bedeckt.

Durch die Schlackenformen entweichen ebenfalls manchmal ähnliche Gase und in den Canälen, welche sich beim Entweichen der Gase in den Schlacken bilden, findet man auch rothes Manganoxyd in pulverförmigem Zustand abgelagert.

---

*) Eine von Professor Schöffel vor nahe 14 Jahren untersuchte Probe des in der Bessemer-Hütte in Neuberg aufgefangenen Rauches zeigte folgende Zusammensetzung:

Kieselerde	34·86
Manganoxydul	16·29
Eisenoxydul	48·23
	99·38

Es scheint daher, dass verflüchtigtes Mangan mit den glühenden Gasen entweicht und bei Luftzutritt verbrennt.

Endlich haben directe Versuche, im Hüttenlaboratorium zu St. Louis ausgeführt, diese Thatsache ebenfalls festgestellt.

In einem sorgfältig mit Kohle ausgefütterten Tiegel wurden 200 Gramm Rohmangan mit 84·9 Procent Manganhalt eingesetzt, eingeschmolzen und während 2·5 Stunden bei möglichst hoher Temperatur im Windofen in Fluss erhalten. Nach Verlauf dieser Zeit hatte der Metallkönig 9 Gramm an Gewicht verloren und enthielt nicht mehr als 84·2 Procent Mangan. Der Verlust entspricht dem verschwundenen Mangan. Das Tiegelmateriale war ganz von Manganoxydaten durchdrungen, so dass man annehmen muss, dass Mangan im dampfförmigen Zustande die Ausfütterung durchdrungen habe.

Bei einem zweiten Versuche wurden zwei Graphittiegel in einander gestellt und sowohl der Zwischenraum, sowie der innere Tiegel sorgfältig ausgefüttert. Man setzte 252 Gramm Rohmangan von 84·9 Procent Manganhalt ein und erhitzte im Windofen 4·5 Stunden lang. Nach dem Abkühlen hatte der König nur 243 Gramm, somit um 9 Gramm weniger und enthielt nur 84·4 Procent Mangan.

Es waren somit an Mangan verloren gegangen:

$$252 \times 0{\cdot}849 - 243 \times 0{\cdot}844 = 8{\cdot}82 \text{ Gramm.}$$

In dem Materiale des inneren Tiegels, der nahezu vollkommen geschmolzen war, fand man nur 1·98 Gramm Mangan.

Diese Versuche zeigen zur Genüge, dass Mangan bei den Temperaturen, welche in metallurgischen Oefen in Anwendung stehen, flüchtig ist.

Zweifelsohne kann diese gewiss interessante Thatsache erst dann genau und eingehend besprochen werden, wenn die Wärmemengen ermittelt sind, welche zum Schmelzen des Rohmangans, sowie zur Reduction des Mangans aus den Erzen etc. erforderlich sind.

Hoffentlich werden diese Bestimmungen in der kürzesten Zeit durchgeführt werden.

Was die Construction der Hohöfen sowohl, wie der übrigen zum Hohofenbetrieb nöthigen Einrichtungen anbelangt, konnten keine auffallenden Verbesserungen constatirt werden.

Einige Modelle von Winderhitzungs-Apparaten, welche als Modification der Whitwell'schen Apparate angesehen werden konnten, zeigten das Bestreben, die Länge des Weges, welcher abwechselnd von den Gasen und der Luft zurückzulegen ist, zu verkürzen, um die Reibung thunlichst zu vermindern.

Ferner sucht man die Hohofengase möglichst vollständig auszunützen, um auch den erforderlichen Dampf für die mit der Hohofen-Anlage in Verbindung stehende Bessemer-Hütte, wie später gezeigt werden wird, zu erzeugen.

VERSUCHE ÜBER DIE ENTPHOSPHORUNG DES ROHEISENS.

Um den Anforderungen, welche an das Eisenmateriale gestellt werden, entsprechen zu können, war man, wie eben gezeigt wurde, an vielen Orten bemüht, dem Mangel an guten Erzen dadurch abzuhelfen, dass man vorzügliche Erze auf weite Entfernungen in auffallend grossen Mengen zuführte. Dieses Mittel ist allerdings auf einen gewissen Grad ein radicales zu nennen, weil man auf diese Weise am raschesten das angestrebte Ziel, gutes Roheisen für die Erzeugung von Ingotmateriale zu erhalten, erreichen konnte.

Aber nicht für alle Verhältnisse war dieses Mittel vollkommen entsprechend, weil die angekauften Erze, in Folge der hohen Transportkosten, ungeachtet des hohen Eisenhaltes und der grossen Reinheit derselben doch ungleich theurer als die eigenen Erze zu stehen kamen und durch Ankauf von fremden Erzen der eigene Bergbau zum Darniederliegen kam, der eigene Reichthum an Erzen als werthlos bezeichnet werden musste.

In diese Lage wurden alle Eisen-Industriellen jener Bezirke versetzt, welche phosphorhältige Erze zur Verfügung haben und darauf angewiesen sind, fertige Fabricate aus Ingotmateriale (mittelst des Bessemer- oder Martin-Processes) herzustellen. Je grösser ein solcher Bezirk, je höher in demselben die Roheisen-Production gesteigert war, desto empfindlicher musste die geringere Anwendbarkeit und deshalb die Entwerthung des phosphorhältigen Roheisens einwirken.

Sehr schwer dürfte in dieser Richtung der District von Cleveland im Nordosten Englands theils jetzt schon getroffen worden sein, theils einen noch empfindlicheren Rückschlag zu befürchten haben, wenn diesen Uebelständen nicht abgeholfen werden kann.

Um das eben Angeführte zu begründen, will ich erwähnen, dass in diesem Bezirke zur Zeit der Ausstellung 165 Hohöfen der grössten Dimensionen und 1193 Puddlingsöfen existirten und dass die Production dieses Districtes sich in folgender Weise stellte:

Es wurden erzeugt in den Jahren:

	Erze	Roheisen	Schmiedeisen
		Tonnen	
1868	2,785.307	1,233.418	?
1869	3,094.677	1,459.508	?
1870	4,072.888	1,695.377	?
1871	4,581.901	1,884.239	?
1872	4,974.950	1,968.972	610.253
1873	5,435.233	1,999.491	613.862
1874	5,428.497	2,001.233	583.846
1875	6,085.541	2,047.763	562.522
1876	6,571.968	2,075.565	421.175
1877	6,280.000	2,138.378	396.640

Wenn die Production an Roheisen auch noch in den letzten Jahren etwas hinaufgegangen ist, so ist dies nur in der Concurrenz zu suchen, welche diese billigen Roheisensorten dem schottischen Roheisen machen. Der gleichzeitig bedeutende Rückgang in der Schmiedeisen-Fabrication zeigt aber nur zu deutlich, welchen Einfluss die Grösse des Phosphorgehaltes des Roheisens auf die Weiterverarbeitung desselben ausübt.

Der Phosphorgehalt des Roheisens schwankt zwischen 1·2 und 1·75 Procent und hat sich im Durchschnitte von 45 Proben mit 1·448 Procent ergeben, so dass das Roheisen als vollkommen unbrauchbar für die Ingoteisen-Erzeugung bezeichnet werden muss. Eines der wichtigsten und grössten Häuser von Middlesborough, Bolkow, Vaughan & Comp. verarbeitet daher, obwohl es die besten Eisenerzgruben Clevelands hat, Erze aus dem Westen Englands und von Bilbao, um die Bessemer-Hütte, welche für eine wöchentliche Production von 2000 Tonnen Schienen den Stahl zu liefern hat, mit dem nöthigen Roheisen zu versehen.

Es ist daher natürlich, dass die Industriellen dieses Bezirkes Alles aufbieten, um aus den phosphorhältigen Erzen entweder ein brauchbares Roheisen oder aus dem phosphorhältigen Roheisen durch Abscheidung von Phosphor ein brauchbares Schlussproduct zu erzeugen.

Nach den bis nun ausgeführten Versuchen und den dabei gemachten Erfahrungen hat man die Entphosphorung der Erze vorläufig aufgegeben oder die weiteren Versuche vertagt und beschäftigt sich hauptsächlich mit der Entphosphorung des Roheisens.

Bei sorgfältiger Durchführung des gewöhnlichen Puddlingsprocesses gelang es immerhin, aus Roheisen, welches im Durchschnitt 1·5 Procent Phosphor enthielt, Puddlingseisen herzustellen, welches einen Gehalt von 0·33, ja selbst nur 0·19 Procent Phosphor hatte. Durch Einführung des mechanischen Puddelns in Danks-Oefen gelang es bei Hopkins, Gilkes & Comp., Rails zu erzeugen, welche, wie folgende Angaben klarlegen, einen bedeutend geringeren Gehalt an Phosphor zeigen. Es enthielten dieselben in Procent:

Silicium	Schwefel	Phosphor
0·10	0·02	0·08
0·00	0·02	0·07
0·07	0·04	0·11
0·09	0·03	0·17

Es war somit der Gehalt an Phosphor so weit herabgedrückt, dass diese Eisensorten mit vielen der besten Sorten Englands concurriren konnten, welche etwa folgenden Gehalt zeigten:

	Silicium	Schwefel	Phosphor
Panzerplatten	0·101	0·118	0·123
Bandagen von Low Moor . . .	0·089	0·005	0·104
Kesselblech	0·069	0·000	0·112
Eisen aus Abfällen	0·183	0·043	0·081

Allein das auf diese Weise (durch den mechanischen Puddlingsprocess) erzeugte Eisen ist zu weich, um den Anforderungen, welche an Schienen gestellt werden, entsprechen zu können, weshalb an andere Mittel zur Entphosphorung des Roheisens gedacht werden musste.

J. Lowthian Bell, durch seine vielen metallurgischen Studien seit langer Zeit rühmlichst bekannt, hat in den letzten Jahren eingehende Studien über die Entphosphorung des Roheisens gemacht und dieselben in dem Journale des Iron & Steel-Institutes veröffentlicht, weshalb ich mich auf diese Arbeiten, welche dann durch viele Zeitschriften reproducirt wurden, beziehen kann und nur das Wichtigste hier anführen will.

Der Process der Entphosphorung beruht darauf, dass aus Roheisen, wenn dasselbe bei einer den Schmelzpunkt nicht wesentlich übersteigenden Temperatur mit flüssigen eisenreichen Schlacken in innige Berührung gebracht wird, der Phosphor ausgeschieden und als Phosphat in die Schlacke übergeführt wird. Wird die Temperatur zu hoch gesteigert, so gelingt die Entphosphorung nicht.

Producte dieses Processes wurden von der „The North of England Iron Manufacturers Association and the Cleveland Ironmasters Association" in der Ausstellung gebracht, und konnten über die bisherigen Resultate folgende Angaben gesammelt werden.

Man verwendete anfänglich zur Herstellung des Schlackenbades die besten und reichsten Erze, machte jedoch später die Erfahrung, dass auch ärmere, ja selbst phosphorhältige Erze ebensogut in Anwendung gebracht werden können, wenn die richtige Temperatur eingehalten wird. Man verwendete in letzter Zeit geröstete Erze von Cleveland, welche etwa 40 Procent Eisen und 1 bis 2 Procent Phosphorsäure halten.

Um 1000 Kilogramm Roheisen zu entphosphoren, ist ein Schlackenbad erforderlich, welches aus 250 Kilogramm gerösteter Erze hergestellt wird. Die Entphosphorung ist in 10 Minuten nahezu vollendet und wird das Roheisen (es wurde bis nun meist eine Tonne Roheisen für jeden Process verwendet) in flüssigem Zustande gleichzeitig mit den Schlacken aus dem Ofen entfernt.

Während das Roheisen im Durchschnitte von 32 Proben an Silicium 2·842 Procent, an Phosphor im Durchschnitte von 45 Analysen aber 1·448 Procent hatte, sank der Gehalt an diesen beiden Elementen nach der Entphosphorung bei sechs verschiedenen Arbeiten auf folgenden Procentsatz herab:

Silicium . . .	0·021	0·076	0·022	0·016	0·037	0·046
Phosphor . . .	0·084	0·070	0·078	0·084	0·058	0·054

Berücksichtigt man den oben angeführten durchschnittlichen Gehalt an Phosphor, so wurde in diesen Fällen vom Gesammt-Phosphorgehalt, denselben gleich 100 gesetzt, abgeschieden:

In Procenten .	94·04	95·2	94·6	94·04	96·0	96·7

Es wurden somit im Durchschnitte 95·1 Procent des im Roheisen enthaltenen Phosphors abgeschieden.

In der That würde ein Roheisen mit dem obangegebenen Gehalte an Phosphor in dieser Richtung allen billigen Anforderungen zur Erzeugung von Ingotmateriale für die Schienenfabrication entsprechen.

Nach den in dieser Richtung bei Gelegenheit der Ausstellung gemachten Veröffentlichungen beträgt der Verlust an Kohlenstoff bei dieser Entphosphorung nur 8 bis 10 Procent des im Roheisen enthaltenen Kohlenstoffes. Das ausgestellte entphosphorte Roheisen war aber weiss und von vielen Poren durchdrungen. Solches Roheisen kann mit Rücksicht auf den geringen Gehalt an Silicium, welchen die früher angeführten Analysen zeigen, mit den gegenwärtig gewöhnlich in Anwendung stehenden Mitteln nicht vortheilhaft im Bessemer-Converter auf Ingoteisen oder Stahl verarbeitet werden. Hingegen dürfte es keinem Anstande unterliegen, dieses Materiale für die Erzeugung von Ingoteisen im Siemens-Martin-Ofen zu verarbeiten.

Kann man diesen Process mit ökonomisch günstigen Resultaten ausführen, so ist derselbe zweifelsohne als ein wesentlicher Fortschritt im Eisenhüttenwesen zu begrüssen, weil es dann möglich sein wird, grosse Mengen von Erzen, die jetzt für die Erzeugung von Ingotsmateriale als unbrauchbar anzusehen sind, durch diesen Process auszunützen.

Alle jene Districte, welche phosphorhältige Erze erzeugen und deshalb die neueren Processe zur Fabrication von Ingot-Materiale nicht in Anwendung bringen konnten, würden für dieselben erschlossen werden.

Obwohl über die Kosten der Entphosphorung bis jetzt noch keine verlässlichen Daten veröffentlicht wurden, so ist doch sehr zu fürchten, dass durch den ziemlich bedeutenden Verbrauch an Erzen die Kosten nicht immer so gering ausfallen werden, um diesen Process allgemein einführen zu können.

PUDDLINGSPROCESS.

Bezüglich des Puddlingsprocesses kann bemerkt werden, dass das Bestreben, die Handarbeit durch Maschinenarbeit zu ersetzen, immer mehr und mehr hervortritt, und kann gegenwärtig schon constatirt werden, dass einige in den letzten Jahren in Anwendung gebrachte Ofensysteme allmälig in der Praxis Eingang gefunden haben.

So ist sicher, dass in England schon gegenwärtig Puddlingsöfen nach Danks' System in mehreren Hütten Verwendung finden, so wie in Frankreich eine grössere Anzahl von verschiedenen Systemen seit längerer Zeit im Gebrauche steht.

Auf der Ausstellung war jedoch in dieser Richtung nur Folgendes zu finden:

Schneider & Comp. von Creuzot hatte einen rotirenden Puddlingsofen nach einem patentirten System ausgestellt. Zwei Oefen dieses Systems stehen schon seit längerer Zeit in Creuzot in Betrieb und wurden in denselben schon mehr als 10.000 Tonnen Puddlingseisen erzeugt. Der Ofen hat eine Gasfeuerung. Der um seine Horizontalachse drehbare Arbeitsherd hat die äussere Gestalt, sowie der Hauptsache nach die Art des Bewegungs-Mechanismus wie die Oefen von Danks. Der Arbeitsraum ist mit doppelten Wänden aus Eisen umgeben, wie dies Crampton schon vor mehreren Jahren versuchte, und kann so vollkommen mit Wasser gekühlt werden, dass die äussere Umhüllung ganz kalt erscheint. Dadurch ist einerseits die Dauer der Ausfütterung eine viel grössere, so wie andererseits die Arbeiter weniger durch Hitze zu leiden haben. Von den bisherigen Anordnungen ähnlicher Oefen unterscheidet sich die dieses Ofens hauptsächlich dadurch, dass in der Mitte der Länge des Arbeitsraumes ein ebenfalls mit Wasser gekühlter Wall auf etwa ein Viertel der Peripherie an-

gebracht ist, wodurch bei der rotirenden Bewegung die eingetragenen Materialien bei jeder Umdrehung gleichsam in zwei Theile getrennt werden.

Durch diese einfache Modification erhält man aus dem Einsatz von 800 bis 1000 Kilogramm anstatt einer je zwei Luppen von nahe 400 bis 500 Kilogramm, wodurch die spätere mechanische Bearbeitung bei einem so grossen Einsatze wesentlich erleichtert wird und das Ausdrücken der Schlacke viel vollständiger gelingt.

Das einzutragende Roheisen wird in einem Siemens-Ofen eingeschmolzen und im flüssigen Zustande in den Puddlingsofen übertragen. In 24 Stunden werden 20 bis 24 Chargen gemacht und bei 20.000 Kilogramm Puddlingseisen erzeugt. Die Zeit, welche in der That zur Durchführung einer Charge benöthigt wird, ist, wenn man flüssiges Roheisen einträgt, sehr kurz und beträgt nur 30 bis 40 Minuten. Da aber die Ausfütterung nach je 10 Chargen einer grösseren Reparatur bedarf, so werden in 24 Stunden selten mehr als 20 Chargen gemacht. An Arbeitspersonale sind mit Einschluss der Arbeiter bei den Generatoren, Umschmelzöfen etc. in 24 Stunden etwa 20 Mann beschäftigt, so dass pro Arbeiterschicht eine Tonne Erzeugung entfällt.

Der Verbrauch an Brennmateriale stellt sich beim Umschmelzofen auf 20, beim Puddlingsofen auf 45, zusammen auf 65 Kilogramm für je 100 Kilogramm Erzeugung.

Ausser diesem Ofen befand sich in der französischen Abtheilung noch das Modell eines anderen Puddlingsofens, welches von Herrn Lemut in Closmostier bei Saint-Dizier ausgestellt war. Dieser Puddlingsofen ist ein fixer und mit der von Lemut vor etwa 15 Jahren eingeführten und seit jener Zeit in mehreren Hütten Frankreichs mit Vortheil in Anwendung stehenden mechanischen Rührvorrichtung versehen.

Neben dieser ohnedem bekannten Einrichtung hat derselbe aber noch eine eigenthümliche Feuerung, wodurch eine bedeutende Ersparung an Brennmateriale und Eisen, sowie eine Erhöhung der Production erzielt werden soll.

Die Einrichtung besteht der Hauptsache nach im Folgenden: Um die Verbrennung der Steinkohlen möglichst vollständig zu erreichen, führt Lemut stark erwärmte Luft, welche eventuell

mit überhitzten Wasserdämpfen mehr oder weniger gesättigt wird, in den geschlossenen Aschenfall unter dem Horizontalrost ein. Die Erwärmung der durch den Essenzug angesaugten Luft erfolgt durch Gusseisenkästen, welche den Aschenfall einschliessen, durch die Wände der Feuer- und Fuchsbrücke, sowie durch die Bodenplatten des Arbeits- und Vorwärmherdes. Um die Heizfläche möglichst zu vermehren, sind die Bodenplatten nach unten mit alternirend gestellten Rippen versehen, welche nach unten bis zu einer zweiten Platte reichen, so dass die Luft möglichst nahe an der eigentlichen Bodenplatte und zwischen den Rippen derselben durchströmen muss. Um die Wände der Feuer- und Fuchsbrücke besser als durch Luft allein kühlen zu können, ist unter der Deckplatte eine Eisenrinne angebracht, in welche Wasser geleitet wird.

Der dadurch erzeugte Dampf reicht jedoch häufig nicht hin, um bei mageren Kohlen mit kurzer Flamme eine genügende Menge von Wassergas zu erhalten, in welchem Falle in den Eisenkasten unterhalb des Aschenfalles etwas Wasser eingelassen wird. Die Kühlung beider Brücken wird durch Verdampfen des Wassers genügend erreicht. Wenn es sich um Erzeugung von Feinkorneisen oder Puddlingsstahl handelt, können auch die zu kühlenden Seitenwände zur Wind-Erwärmung, sowie zur Dampf-Erzeugung verwendet werden. Nach Lemut's Angabe erreicht die Luft, sowie der derselben beigemengte Wasserdampf leicht eine Temperatur im Minimum von 400 Grad Celsius, gewöhnlich aber von 500 Grad, weshalb er dieser neuen Einrichtung den Namen: „Neuer Puddlingsofen mit heissem Wind und überhitztem Wasserdampf" gegeben hat.

Die hohe Temperatur der Verbrennungsluft hat allerdings den Nachtheil, dass die Roststäbe sehr leiden, weshalb es oft nothwendig wird, Wasserdampf unter den Rost einzuführen.

Lemut hat zu Closmostier bei Anwendung dieser Feuerung folgende Resultate erhalten.

Bei Verarbeitung eines grauen Roheisens, welches

an	Kohlenstoff . . .	3·20	Procent
„	Silicium	2·80	„
„	Phosphor	0·55	„
„	Schwefel	0·18	„

enthält, stellt sich pro Tonne erzeugten Puddlingseisens der Verbrauch

	bei gewöhnlicher Feuerung	bei Lemut's Feuerung
an Roheisen auf . . .	1146 Kilogramm	1126 Kilogramm
an Kohle auf	755 „	610 „

An Chargen wurden gemacht:

In 24 Stunden	16 bis 17	16 bis 17
Einsatz pro Charge . .	300 Kilogramm	350 Kilogramm
Erzeugung in 24 Stunden	4300 bis 4400 Kilogramm	5000 bis 5200 Kilogramm

Man hofft den Einsatz auf 400 Kilogramm erhöhen und dadurch die Production noch bedeutend steigern zu können.

Die ökonomischen Vortheile dieser Feuerung lassen sich somit in folgender Weise zusammenfassen:

Für je 1000 Kilogramm erzeugten Puddlingseisens ergibt sich eine Ersparung von 20 Kilogramm Roheisen oder nahe 2 Procent, ferners von 145 Kilogramm Steinkohle oder 19 Procent, während die Production um 17 bis 18 Procent gestiegen ist. Zu bedauern ist nur, dass über die Kosten der Einrichtung, sowie über die Dauer des Ofens keine Daten vorliegen, so dass es nicht möglich ist, zu beurtheilen, ob die von Lemut angeführten Vortheile nicht durch andere Nachtheile theilweise compensirt oder ganz aufgehoben werden.

Während, wie bereits erwähnt, in England vorzugsweise Oefen nach dem Systeme Dank's Eingang finden, stehen in Frankreich, jedoch schon seit längerer Zeit, wie schon früher erwähnt, Oefen nach Lemut mit mechanischen Rührvorrichtungen bei hin- und hergehender Bewegung, Oefen nach Espinasse mit rotirenden Rührvorrichtungen, sowie in letzter Zeit Oefen nach dem Systeme Pernot in Anwendung.

Da über den Werth des letztgenannten Ofensystems verschiedene Ansichten herrschen, so glaube ich jene Daten, welche ich in St. Chamond über den Betrieb dieser Oefen erhielt, hier anführen zu müssen.

Der Puddlingsofen Nr. 1 arbeitete im Monate März auf Feinkorneisen, im Monate April auf ordinäres Eisen, und wurden folgende Betriebsresultate erreicht:

	März 1878	April 1878
Qualität des erzeugten Eisens	Feinkorn	Ordinär
Anzahl der Schichten zu 12 Stunden . . .	47	48
Anzahl der Einsätze	169	236
Verbraucht wurden an Roheisen	169.000 Kilogr.	236.000 Kilogr.
„ „ „ Erzen	12.113 „	13.290 „
„ „ „ Schlacke	11.118 „	20.000 „
„ „ „ Steinkohle	181.645 „	191.270 „
Erzeugt wurden	162.955 „	223.011 „
Zur Erzeugung von 1000 Kg. waren erforderlich:		
an Roheisen	1.037 „	1.058 „
„ Erzen	74 „	59 „
„ Schlacke	68 „	90 „
„ Steinkohle	1.114 „	852 „
In 12 Stunden wurden erzeugt	3.467 „	4.646 „
In 12 Stunden werden durchschnittlich Einsätze ausgearbeitet	3·6	4·9

Die Erzeugung dieser Oefen ist daher vorzüglich nur deshalb so gross, weil die Einsätze sehr gross sind (1000 Kilogramm). Der Ofen war während dieser beiden Monate nur an den Sonntagen ausser Arbeit, und erschien während dieser Zeit ein vollständiges Auswechseln der Herdsohle nicht nothwendig. Hingegen dürften die Reparaturen an der Herdsohle nach den einzelnen Chargen ziemlich viel Zeit in Anspruch nehmen, da in je 12 Stunden eine so geringe Anzahl von Chargen ausgearbeitet wird. Wenn man bedenkt, dass die Kohle des Beckens von Saint-Etienne eine gute ist, so muss der Kohlenverbrauch ziemlich gross genannt werden, ja er übersteigt den der gewöhnlichen Oefen, welche an anderen Orten unter ähnlichen Verhältnissen ähnliches Roheisen verarbeiten. Der scheinbar geringe Abbrand wird durch einen nicht unbeträchtlichen Verbrauch an reichen Erzen und eisenreichen Schlacken ausgeglichen.

Combescot & de Langlade zu Savignac-Ledrier (Dordogne) stellten in der 50. Classe Modelle und Zeichnungen von Puddlings- und Schweissöfen etc. aus, welche entweder mit Hohofengasen oder mit Gasen, erzeugt aus Ligniten, betrieben werden.

Wenn auch die Idee, derartige Gase für den Betrieb von Puddlings- und Schweissöfen zu benützen, nicht neu ist, indem einerseits Aubertot schon im Jahre 1814 die Gichtgase zu anderen Hüttenprocessen benützte und Bergrath Wilhelm Faber du Four

im Jahre 1837 schon auf der Gicht des Hohofens zu Wasseralfingen mit Gichtgasen puddelte, andererseits aber auch schon seit Decennien Gasfeuerungen für Lignite und Braunkohlen in den Alpenländern Oesterreichs mit vollkommen entsprechenden Resultaten in Betrieb stehen, so glaube ich doch einige Worte über diese Ausstellung, und zwar insbesondere über die Verwendung der Hohofengase zum Puddeln beifügen zu müssen.

Die beiden Herren haben im Jahre 1871 begonnen, die Gichtgase eines etwa 10 Meter hohen Holzkohlen-Hohofens, welche jedoch ursprünglich über 2 Meter tief unter der Gicht des Hohofens entnommen wurden, in einem Siemens-Ofen auszunützen. Da das Entnehmen der Hohofengase aus einer so bedeutenden Tiefe des Ofens nachtheilig auf den Hohofengang einwirkte, hat man später begonnen, die Gase unmittelbar unter der Gicht abzuleiten.

Um nun unter diesen Bedingungen gute Resultate zu erzielen, wurde folgender Weg eingeschlagen:

Die abgeleiteten Gase passiren zuerst einen Regulator, damit der Ueberschuss an Gasen, der für den Nebenprocess nicht ausgenützt wird, abgeleitet werden kann, weil der Gasverbrauch kein gleichförmiger ist, während die Gas-Erzeugung immer gleichförmig bleibt. Es erscheint dies nothwendig, damit nicht im Hohofen zeitweise eine unnütze oder schädlich hohe Gasspannung entstehen könne.

Damit die Gase aber dann eine entsprechend hohe Spannung erhalten, ist ein Compressor in Form einer Wassertrommel eingeschaltet, an welchen sich ein Gasreinigungs-Apparat von ganz ähnlicher Einrichtung wie der Lundin'sche Condensator anreiht. An demselben ist eine Sicherheitsvorrichtung angebracht, damit im Falle einer Explosion die übrigen Apparate nicht Schaden leiden.

Allen diesen Vorrichtungen zusammen kommt auch die Aufgabe zu, den Flugstaub zu beseitigen, damit die Regeneratoren der Siemens-Oefen nicht verstaubt werden, sowie den in den Gichtgasen enthaltenen Wasserdampf zu condensiren, um die Gase werthvoller und in ihrer Zusammensetzung gleichförmiger zu erhalten. Zur Durchführung des Puddlings-, sowie des Schweissprocesses werden Siemens-Oefen angewendet.

Bezüglich der zu erzielenden Betriebsresultate sind folgende Angaben gemacht worden. Um je einen Puddlings- oder Schweiss-

ofen betreiben zu können, müssen im Hohofen je 2500 Kilogramm Holzkohlen in 24 Stunden verbraucht werden.

Unter diesen Bedingungen verbrauchen z. B. die Hohöfen von Castro di Lovere, von Ponteux und Bolueta für 100 Kilogramm Roheisen nur 70 bis 80 Kilogramm Holzkohlen.

In den Puddlingsöfen, welche in Bolueta mit Hohofengasen betrieben werden, macht man in 12 Stunden 6 Chargen zu 186 Kilogramm und hat einen Abbrand von 11 Procent. In gewöhnlichen Puddlingsöfen macht man daselbst 7 Chargen mit gleichem Einsatz und verbraucht für 1000 Kilogramm Puddlingseisen 1000 Kilogramm englischer Steinkohle und 1150 Kilogramm Roheisen.

Beim Schweissen entfällt in ähnlicher Weise der Brennstoff-Aufwand und wird der Abbrand gleichzeitig um 1·5 bis 2 Procent geringer.

Die Qualität des erzeugten Eisens soll eine vorzügliche sein und der des in Comtois- und Lancashire-Feuern erzeugten Eisens vollkommen gleichen.

Wenn diese Resultate verlässlich erreicht werden können, so dürfte diese Combination von Processen für einen kleinen Betrieb dann Anwendung finden können, wenn für den Betrieb des Hohofens Wasserkraft vorhanden ist, eine Röstung der Erze nicht nothwendig wird, somit die Hohofengase nur zur Wind-Erhitzung benöthigt werden. Der nun erübrigende Ueberschuss könnte dann unter den angeführten Bedingungen zur Durchführung des Puddlings- oder Schweissprocesses vortheilhaft benützt werden.

BESSEMER-PROCESS.

Bezüglich der Durchführung des Bessemer-Processes und der dafür erforderlichen Einrichtungen war verhältnissmässig wenig Neues zur Ansicht gebracht, und konnten nur folgende Verbesserungen constatirt werden.

Wo es nur möglich erscheint, ist man gegenwärtig bestrebt, das Roheisen in flüssigem Zustande vom Hohofen in den Converter zu übertragen, um auf diese Weise die für das Umschmelzen des Roheisens entfallenden Kosten zu ersparen. Es wird möglich, diese zuerst in den österreichischen Alpenländern und in Schweden in Anwendung gebrachte Methode auch an anderen Orten einzuführen, weil man bei Verarbeitung der vorzüglichsten Erze, bei Verwendung der besten mineralischen Brennmaterialien die dazu erforderliche Qualität von Roheisen constant zu erzeugen vermag.

Da man nun auf diese Weise das zum Umschmelzen erforderliche Materiale erspart, so ist ein weiteres Bestreben dahin gerichtet, auch an dem Brennmateriale, welches zur Erzeugung des Dampfes für den Betrieb der Gebläsemaschinen und Hebevorrichtungen nothwendig ist, möglichst zu sparen.

Am weitesten scheint man in dieser Beziehung in der Hütte zu Givors, welche der Compagnie des Hauts-Fourneaux, Forges & Acièries de la Marine et des Chemins de fer (dem früheren Etablissement Petin et Gaudet) gehört, gekommen zu sein, indem man daselbst das Roheisen direct vom Hohofen entnimmt und die Hohofengase zur Erhitzung des Windes, sowie zur Dampf-Erzeugung so vollständig ausnützt, dass für die Durchführung des Bessemer-Processes in der That kein weiterer Brennstoff als der, welcher im Hohofen zur Erzeugung des Roheisens erforderlich ist, verbraucht wird, wenn man von den geringen Mengen,

welche zum Auswärmen der Converter, zum Trocknen der Pfannen und Rinnen nothwendig sind, absieht.

Es wird dies durch folgende Einrichtungen, welche im Jahre 1875 erbaut wurden und sich seit jener Zeit vollkommen bewährt haben, möglich gemacht:

In der Hütte zu Givors stehen von den drei Hohöfen von 15 Meter Höhe gewöhnlich nur zwei in Betrieb. Verschmolzen werden daselbst Erze von St. Leon bei Cagliari (Sardinien), von Mokta-El-Hadid, von Camérata (Provinz Oran in Algier), von der Insel Elba, von Polomares in Spanien und aus den Pyrenäen mit einem durchschnittlichen Gehalt an Eisen von 53 Procent.

Als Brennmateriale werden die besten Cokes verwendet. Der Kalkzuschlag erreicht etwa 30 Procent. Der Wind wird mit Siemens-Cowper'schen Apparaten auf 600 Grad Celsius erwärmt. Die Dimensionen dieser Apparate sind folgende:

Durchmesser	5·80 Meter
Höhe	16·20 „
Inhalt	406 Cubikmeter
Erhitzungs-Oberfläche . .	2600 Quadratmeter
Gewicht der Ziegel . .	450 Tonnen

Wenn zwei dieser Hohöfen current betrieben werden, so erreicht die Jahreserzeugung an grauem Roheisen 30.000 bis 32.000 Tonnen und werden pro Tonne erzeugten Roheisens 1000 Kilogramm guter Cokes verbraucht. In der Bessemer-Hütte werden in zwei Convertern täglich, mit Ausnahme der Sonn- und Feiertage, 16 Chargen zu 5 Tonnen verblasen und im Jahre 24.000 Tonnen Bessemer-Metall erzeugt.

Die Kessel zur Dampf-Erzeugung, 14·5 Meter lang, bestehen aus zwei cylindrischen Theilen, welche untereinander durch vier Communicationsröhren in Verbindung stehen. Der Oberkessel hat 1·3, der Unterkessel nur 1 Meter Durchmesser. Die Hohofengase werden durch eine Verticalleitung in eine grosse Verbrennungskammer, welche vor den Kesseln liegt, geführt und daselbst mit Luft, die durch eine Reihe von Horizontalcanälen eintritt, verbrannt. Sie bestreichen die halbe Fläche der Oberkessel, sowie die ganze Fläche der Unterkessel.

Die Gase haben einen Weg von 27 Meter zurückzulegen und entweichen die Verbrennungsproducte in die Esse mit einer Temperatur von weniger als 280 Grad Celsius.

Zahlreiche Versuche, welche mit Hilfe des Orsat'schen Apparates durchgeführt wurden, haben nachgewiesen, dass die Verbrennung der Gase eine sehr vollständige ist.

Jeder Kessel hat eine Heizfläche von 75 Quadratmeter und liefert pro Quadratmeter und Stunde 16 bis 18 Kilogramm Dampf.

Das Hohofengebläse hat zwei verticale, direct wirkende Dampfmaschinen nach dem Systeme Woolf mit eingeschaltetem Réchauffeur. Der kleinere Dampfcylinder hat 850, der grössere 1200 Millimeter Durchmesser. Die Hubhöhe des Dampf- und Windcylinders beträgt 2445 Millimeter. Der Réchauffeur hat eine Heizfläche von 12 Quadratmeter. Bei normalem Gange arbeitet man mit einer anfänglichen Dampfspannung von 4 bis 4·5 Kilogramm und mit 0·3 Expansion, so dass die Gesammt-Expansion $^3/_{20}$ beträgt. Das Querschnitts-Verhältniss zwischen beiden Dampfcylindern ist = 1 : 2.

Der Windcylinder hat einen Durchmesser von 3 Meter und ein Volumen von 17 Cubikmeter. Es wird mit einer Windpressung von 18 Centimeter Quecksilbersäule gearbeitet.

Die Construction der Maschine fordert einen langsamen Gang und macht dieselbe im Maximum 12·5, im Minimum 6·5 Wechsel pro Minute.

Jede dieser beiden Maschinen kann bei 11 Wechseln pro Minute so viel Wind liefern, dass in den Hohöfen 100 bis 110 Tonnen Cokes in 24 Stunden verbrennen. Die unter diesen Verhältnissen von der Maschine entwickelte Rohkraft entspricht 260 Pferdekräften, wobei der zum Betrieb erforderliche Dampf von nur zwei Kesseln mit zusammen 150 Quadratmeter Heizfläche geliefert wird.

Da sich bei dieser Einrichtung noch ein bedeutender Ueberschuss an Hohofengasen ergab, so versuchte man mit denselben auch noch die Erzeugung des zum Betriebe des Bessemer-Gebläses und der hydraulischen Vorrichtungen erforderlichen Dampfes durchzuführen, was auch vollkommen gelang

Die von Satre und Averly in Lyon gebauten horizontalen Gebläsemaschinen haben eine Steuerung nach dem Systeme Sultzer.

Der Durchmesser des Dampfcylinders hat 850 Millimeter, der Durchmesser des Windcylinders aber 1050 Millimeter, während die Hubhöhe 1500 Millimeter hat.

Die Pressung des Windes schwankt während der Arbeit zwischen 1000 und 1400 Millimeter Quecksilbersäule. Wenn beide Maschinen mit 22 bis 26 Touren pro Minute gehen, kann man im Converter Einsätze von 5500 Kilogramm verarbeiten.

Nach Indicatorversuchen war die Roharbeit in jeder der beiden Maschinen 190, somit in beiden 380 Pferdekräfte.

Der Dampfverbrauch stellt sich im grossen Ganzen auf 12 Kilogramm pro Stunde und Pferdekraft, wenn man die Zeit einbezieht, in welcher die Maschine beim Anwärmen der Pfannen und Kessel nur 10 bis 15 Touren pro Minute macht.

Macht die Maschine aber ununterbrochen 26 Touren, so beträgt der Dampfverbrauch pro Stunde und Pferdekraft nur 9·2 Kilogramm. Der Nutzeffect der Maschine soll angeblich 90·8 Procent erreichen.

Durch diese Einrichtungen ist man in die Lage versetzt, mit einem Minimum von Brennmateriale in der kürzesten Zeit ein vollkommen brauchbares Ingotmateriale zu erhalten.

Aus dem eben Angeführten ist wohl zweifellos zu ersehen, dass es sehr schwer, wenn nicht ganz unmöglich werden dürfte, dass eine der in den letzten Jahren versuchten Methoden der directen Eisen-Erzeugung aus Erzen mit dieser einfachen und billigen Combination des Hohofen- und Bessemer-Processes in Concurrenz zu treten vermag.

Aber auch an jenen Hütten, welche das Roheisen umschmelzen, werden alle Anstrengungen gemacht, um an Brennmateriale zu sparen. Wenn ich nicht irre, brachten Brown, Bagley und Dixon aus Sheffield die Zeichnung eines Winderhitzungs-Apparates mit Gusseisenröhren, welcher, durch die dem Converterhals entweichende Flamme geheizt, den für den Cupolofenbetrieb erforderlichen Wind auf 600 Grad Fahrenheit gleich 315 Grad Celsius erhitzen soll. Wenn man in 12 Stunden 20 Chargen zu 8 Tonnen macht, soll die Temperatur des Windes eine nahezu constante und die Ersparung an Brennmateriale eine sehr bedeutende werden. (Es wurde die Erzielung einer Reduction von 400 auf 112 Kilogramm Cokes pro 1000 Kilogramm Stahl angegeben.)

MARTIN-PROCESS.

Der Martin- oder Siemens-Martin-Process, wie er so häufig genannt wird, hat in den letzten Jahren sehr bedeutend an Ausdehnung gewonnen und wesentliche Fortschritte gemacht.

Gegenwärtig sind die fixen Oefen in grösserer Anzahl vorhanden als die mit rotirendem Herde nach dem Systeme Pernot, und dürfte dies voraussichtlich auch in Zukunft der Fall sein. Ausser Siemens-Oefen findet man aber auch Ponsard-Oefen angewendet.

Die Grösse des Einsatzes — es mag was immer für ein Ofensystem in Anwendung gebracht werden — schwankt zwischen 6000 und 25.000 Kilogramm. Der gewöhnliche Einsatz für den currenten Betrieb beträgt 6000 bis 10.000 Kilogramm. Oefen mit grösserem Einsatz von 20.000 bis 25.000 Kilogramm sind nur auf den grösseren Hütten in einzelnen Exemplaren oder Gruppen vorhanden und werden nicht current betrieben, sondern nur von Fall zu Fall für eine Reihe von Güssen in Betrieb gesetzt. So stehen z. B. in Terre-Noire zwei grosse Siemens-Martin-Oefen für je 20.000 Kilogramm Einsatz, in Saint-Chamond ebenfalls zwei grosse Pernot-Oefen für einen Maximaleinsatz von je 25.000 Kilogramm, in Creuzot mehrere grosse Siemens-Martin-Oefen etc. etc.

In den kleineren Oefen für 5 bis 7, ja selbst bis 10 Tonnen Einsatz werden in 24 Stunden selten weniger als drei, häufig aber auch vier Chargen gemacht, während in den grossen Oefen in 24 Stunden gewöhnlich nur eine Charge, ja in der Woche oft nur vier Chargen gemacht werden. Bei gleicher Grösse der Oefen und gleichen Materialien scheint ein wesentlicher Unterschied in Beziehung auf Erzeugung und Brennstoffaufwand zwischen beiden Ofensystemen (Siemens-Martin und Pernot) nicht zu existiren. Bei guter Steinkohle werden beim currenten Betriebe für 100 Kilo-

gramm Stahl meist nicht mehr als 35 Kilogramm verbraucht und steigt der Verbrauch an Brennstoff bei kleineren Einsätzen und minder guten Kohlen auf 50 Kilogramm.

Nach Herrn Pernot's Angabe sollen bei den rotirenden Oefen so wenige Reparaturen vorkommen, dass sie leicht während des sonntägigen Stillstandes durchgeführt werden können. Ein vollkommenes Auswechseln des beweglichen Bodens soll nicht mehr nothwendig werden und der Ofen durch viele Monate ohne wesentliche Reparatur in Betrieb erhalten werden können. Als Beispiel können die Betriebsresultate des Pernot-Ofens Nr. 1 von Saint-Chamond während der Monate Mai und Juni 1878 dienen.

	Mai	Juni
Anzahl der Betriebstage	22·05	20·5
Verwendet: Graues Roheisen	129.700 Kilogr.	102.450 Kilogr.
Stahlabfälle	442.500 „	440.550 „
Spiegeleisen von St.-Louis mit 42 bis 45 Procent Mangan .	8.731 „	7.361 „
Zusammen .	580·931 Kilogr.	550.361 Kilogr.
Brennmateriale:		
für den Maschinenbetrieb . .	4.350 „	4.059 „
für die Gasgeneratoren . . .	143.480 „	135.915 „
zum Vorwärmen	37.570 „	33.405 „
Zusammen .	185.400 Kilogr.	173.379 Kilogr.
Erzeugung an Ingots	555.355 „	522.759 „
Erzeugung in 24 Stunden	25.154 „	25.554 „

Zur Erzeugung von 1000 Kilogramm Stahl waren erforderlich:

An Roheisen	233 Kilogr.	197 Kilogr.
„ Abfällen	797 „	842 „
„ Spiegeleisen	16 „	14 „
Zusammen .	1046 Kilogr.	1053 Kilogr.
An Brennmateriale:		
zum Maschinenbetrieb	0·8 „	0·7 „
für die Gasgeneratoren	25·8 „	25·9 „
zum Vorwärmen	6·7 „	6·3 „
Zusammen .	33·3 Kilogr.	32·9 Kilogr.

Man kann aus diesen Daten ganz deutlich ersehen, dass der Betrieb ein sehr regelmässiger, der Verbrauch an Eisen und Brennmateriale ein sehr geringer und die Production eine ziemlich bedeutende ist.

Die Zusammensetzung einer Charge war bei currentem Betriebe folgende:

Roheisen	1000	Kilogramm
Abfälle	300	„
Abschnitte	400	„
Paquete	600	„
Rails-Enden	4500	„
Zusammen .	6800	Kilogramm

Dieser Einsatz wurde auf einmal chargirt und in 4·5 Stunden niedergeschmolzen. Da jedoch zum Repariren des Bodens 1·5 Stunden erforderlich sind, so stellt sich die Dauer einer Charge auf 6 Stunden. In der That werden in 24 Stunden vier Einsätze ausgearbeitet.

An Arbeitern sind in 12 Stunden pro Ofen erforderlich:

1 Schmelzer, 2 Helfer, 1 Giesser, 2 Mann zum Pfannen- und Rinnenmachen, 2 Mann zum Zuführen und Abwiegen von Kohle und Eisen, 2 Mann bei den Generatoren und 1 Mann beim Vorwärmer, somit zusammen 12 Mann. Es entfällt daher pro Arbeitsschicht eine Tonne Erzeugung.

Um einen Stahlblock für eine Kanone zu erzeugen, wurden in einem grossen Ofen chargirt in Kilogramm:

Roheisen	5.100
Abfälle	8.500
Eisen Nr. 19	3.500
Ferromangan von St.-Louis {	259 mit 46 Procent Mangan
	425 mit 45 bis 50 Procent Mangan
Zusammen .	17.784 Kilogramm

Es wurde um 4 Uhr 50 Minuten Früh chargirt und um 3 Uhr 45 Minuten Nachmittags gegossen.

Der grosse von Saint-Chamond ausgestellte Block wurde aus drei Oefen gegossen und war der Einsatz folgender:

Ofen-Nummer . . .	1	2	3
Roheisen	6.000 Kilogr.	2.200 Kilogr.	2.600 Kilogr.
Abfälle	12.130 „	5.000 „	4.840 „
Eisen Nr. 19	2.070 „	3.040 „	2.895 „
Spiegeleisen	808 „	409 „	413 „
Zusammen .	21.008 Kilogr.	10.649 Kilogr.	10.748 Kilogr.

42.405 Kilogramm

Der erzeugte Block hat ein Gewicht von 32.200 Kilogramm. Die Oefen wurden chargirt um 8 Uhr Abends, 2 Uhr 50 Minuten Nachts und 2 Uhr 21 Minuten Nachts. Gegossen wurde um 1 Uhr 20 Minuten Nachmittags.

Aus diesen Daten kann ersehen werden, dass die Betriebsresultate bei der Erzeugung von grossen Blöcken sich bedeutend ungünstiger stellen.

Ponsard's Forno-Convertiseur.

Die beiden gegenwärtig in Anwendung stehenden Processe zur Erzeugung von Ingotmateriale, der Bessemer- und Martin-Process haben ausser den grossen Vortheilen, welche dieselben gewähren, auch bedeutende Nachtheile, welche zu beseitigen bis jetzt noch nicht gelang. Ponsard macht nun den Vorschlag, beide Processe in der Weise zu vereinigen, dass man in einem Ponsard-Ofen (es kann überdies ebensogut ein Siemens-Ofen sein) eine bewegliche Herdsohle mit geneigter Achse, ähnlich wie bei einem Pernot-Ofen anbringt, und an einer der Seitenwände drei Formen (Thonferen) einlegt, durch welche Wind dann eingeleitet wird, wenn die Stellung der Herdsohle eine derartige ist, dass die Thonferen unter dem Eisenbade stehen. Solange diese Stellung der Herdsohle eingehalten wird, ist es möglich, das eingeschmolzene Roheisen durch intermoleculare Verbrennung wie bei der Durchführung des Bessemer-Processes zu frischen. Wird hingegen die Herdsohle in ihrer geneigten Achse um einen Winkel von 180 Grad verdreht, so stehen die Windferen ausserhalb des Eisenbades, es kann die Windzuführung eingestellt und der Process wie der Martin-Process fortgeführt werden. Die Zuführung des Windes erfolgt durch zwei Canäle, welche im Drehungszapfen des Ofens angebracht sind. Im Uebrigen bietet der Ofen in seiner Construction nichts Neues, weshalb eine Skizze desselben kaum nothwendig erscheint.

Die Anwendung eines Ponsard-Ofens ermöglicht es, durch die abziehenden Gase die einzuschmelzenden Materialien vorzuwärmen und die Gase dann erst zum Erwärmen der Verbrennungsluft zu benützen.

Ponsard führt als Unzukömmlichkeiten des Bessemer-Processes an die Nothwendigkeit, besondere Roheisensorten haben

zu müssen und nicht alle Roheisensorten verarbeiten zu können, die Unmöglichkeit, alle Abfälle, welche bei der Weiterverarbeitung der Ingots abfallen, aufarbeiten zu können, und endlich die Unmöglichkeit, die Beschaffenheit des Metallbades so wie bei dem Siemens-Martin-Process ändern zu können.

Als Uebelstände des Siemens-Martin-Processes führt derselbe an die Grösse des Brennstoffaufwandes, den langsamen Verlauf des Processes, die Schwierigkeit, eine entsprechend grosse Menge von Weicheisen zu beschaffen, sowie die Schwierigkeit der Ofenerhaltung, besonders wenn man Erze zur Entkohlung des Eisens verwenden will.

Den eben angeführten Uebelständen dieser beiden Methoden will Ponsard durch seinen Forno-Convertiseur ausweichen, indem er die Entkohlung des Roheisens mittelst des Windes beliebig weit treibt, die Ofensohle um 180 Grad um die geneigte Achse dreht und den Wind abstellt. Nun hat man es mit einem einfachen Schmelzofen zu thun, kann Probe nehmen, ohne ein Abkühlen des Eisenbades befürchten zu müssen, wenn die Temperatur des Ofens der Schmelztemperatur des Stahles oder Eisens entspricht.

Entspricht die genommene Probe den gestellten Anforderungen, so kann unmittelbar zum Gusse geschritten werden, wenn nicht, so kann man, je nachdem das Product zu hart oder zu weich ist, weiches Eisen oder Stahl in Form von Abfällen etc. oder Roheisen zusetzen oder auch die Herdsohle nochmals um 180 Grad drehen und den Process mit Hilfe des Gebläsewindes fortsetzen.

Ponsard führt als Vortheile dieser Einrichtung gegenüber dem Bessemer-Process an:

1. Die Möglichkeit, an Silicium und Kohlenstoff arme Roheisensorten verwenden zu können, weil man das Metallbad schon vor dem Einblasen des Windes auf die Schmelztemperatur des Stahlbades erhitzen kann, so dass es leicht wird, am Ende des Processes die verlangte Temperatur zu erreichen.*)

---

*) In meinen Studien über den Bessemer-Process, welche als Beilage zu Nr. 17 der „Oest. Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen", Jahrg. 1870, erschienen sind, empfahl ich als Mittel, um Roheisensorten, welche an Silicium ärmer sind, verarbeiten zu können, die Anwendung der Siemens-Oefen zum Umschmelzen des Roheisens. In der That wurden in kurzer Zeit darauf solche Oefen in Zeltweg, dann in Ternitz, Teplitz etc. gebaut und haben sich glänzend bewährt.

2. Die Möglichkeit, vor Anwendung des Gebläsewindes in dem Roheisenbade eine beträchtliche Menge von Abfällen auflösen zu können. Man kann auf diese Weise zwei Drittel des Gewichtes der ganzen Charge an Abfällen verwenden.*)

3. Die Möglichkeit, die Producte ganz nach Belieben weich zu machen, da man eine höhere Schlusstemperatur als bis jetzt erreichen kann.

4. Ersparung an Brennmateriale, da man mit einer viel schwächeren Gebläsemaschine arbeiten kann, indem die Tiefe des Metallbades viel geringer ist, die Erwärmung der Converter wegfällt und ein Theil des Frischprocesses durch Zusatz von Abfällen ersetzt werden kann.

5. Endlich sind die Kosten der ersten Einrichtung bedeutend geringer.

Gegenüber dem bisherigen Siemens-Martin-Processe schreibt Ponsard seiner Combination folgende Vortheile zu:

1. Eine beträchtliche Ersparung an Brennmateriale, da der Process viel rascher verläuft und man leicht in derselben Zeit dreimal so viel Chargen machen kann.

Schon die ersten Versuche haben nachgewiesen, dass man im Forno-Convertiseur in 3**) Stunden eine Arbeit vollenden kann, während beim Siemens-Martin-Process meist nur drei Arbeiten in 24 Stunden gemacht werden können.

2. Ersparung an Handarbeit, da die tägliche Erzeugung sehr gross ist.

3. Die Möglichkeit, mit Roheisen allein oder mit einem Gemenge von Roheisen und Eisen zu arbeiten.

4. Verminderung des Anlage-Capitales, da man bei gleicher Anlage dreimal so viel produciren kann.

---

*) In den Jahren 1873 und 1874 wurde in der Bessemer-Hütte Nr. 3 in Ternitz das Roheisen in Siemens-Oefen umgeschmolzen und wurden regelmässig 50 Procent des Einsatzes, in einzelnen Monaten sogar 60 Procent an Abfällen mit eingeschmolzen. Der Verlauf des Bessemer-Processes mit diesem Materiale war, da dasselbe heiss genug in den Converter kam, ein vollkommen entsprechender, jedoch bedeutend kürzer. Die Qualität der Producte war eine vorzügliche.

**) Nach den auf Seite 57 angeführten Daten sind es meist mehr als 4 Stunden.

Vor beiden Systemen soll der Forno-Convertiseur folgende Vortheile gleichzeitig voraus haben:

1. Die Möglichkeit, nach Belieben abwechselnd feste, staub- oder gasförmige Reagentien anzuwenden, um dadurch die Qualität des Metallbades zu ändern und zu verbessern.

2. Die Möglichkeit, höhere Schlusstemperaturen als bisher zu erhalten, weil man in das erhitzte Metallbad Wind einblasen kann, wobei die Temperatur noch durch intermoleculare Verbrennung gesteigert werden kann.

Bei Versuchen, welche mit dem Forno-Convertiseur von Ponsard in der Hütte des Herrn Blondiaux in Thy le Chateau ausgeführt wurden, erreichte man folgende Resultate:

Nummer der Einsätze	Dauer der Arbeiten in Stunden	Einsatz in Kilogramm					Kohlenverbrauch in Kilogramm	Erzeugung in Kilogramm	Anmerkung
		Roheisen	Alte Stahl-Rails	Eisen von Blondiaux	Stahlabfall	Summe			
1	$4^3/_4$	2.000	3000	—	—	5.000	1085	4.462	
2	$4^1/_2$	2.000	3000	—	—	5.000	1015	4.500	
3	4	1.500	500	2000	—	4.000	720	3.600	
4	4	1.500	1000	2000	—	4.500	730	3.960	
5	4	2.000	—	—	4.000	6.000	750	5.340	
6	$3^5/_6$	2.000	—	—	4.000	6.000	720	5.340	
7	$4^1/_4$	2.000	—	2000	2.000	6.000	750	5.280	
	$29^1/_3$	13.000	7500	6000	10.000	36.500	5770	32.482	

Der Ofen wurde mit dem Hohofengebläse betrieben, welches nur eine Pressung von 0·20 bis 0·21 Meter Quecksilbersäule gab, wobei die Blasezeit zwischen 30 und 45 Minuten schwankt. Das Roheisen wurde mit einem Theil der kalten Abfälle chargirt, während der Rest der Abfälle früher in dem Vorwärmherde erhitzt wurde. Würde man Einsätze von 8 Tonnen aufarbeiten wollen, so müsste das Gebläse eine Pressung von 0·40 bis 0·45 Meter Quecksilbersäule geben. Man glaubt mit einer Betriebsmaschine von 30 Pferdekräften auszureichen. Der Ofen kann den erforderlichen Dampf durch die Ueberhitze liefern. Derselbe ist mit Quarzziegeln zugestellt, während die Feren aus feuerfestem Thon gemacht sind.

Da diese Versuche in einer Hütte gemacht wurden, welche gewöhnlich keinen Stahl erzeugt, und es an den nöthigen Werkzeugen fehlte, um schnell chargiren, giessen und die Ingots ausräumen zu können, so blieb die Production etwas zurück.

Es lassen sich aus obiger Tabelle folgende Betriebsresultate zusammenstellen.

Für 1000 Kilogramm Stahl waren erforderlich:

An Roheisen	419	Kilogramm
„ verschiedenen Abfällen . . .	705	„
Zusammen .	1.124	Kilogramm
An Brennmateriale	177	„
Erzeugung in 24 Stunden . . .	26.592	„

Für eine Erzeugung von 40 Tonnen waren 30 Arbeitsschichten zu 4 Francs erforderlich, so dass sich die Arbeitslöhne auf 3 Francs pro Tonne Erzeugung stellen.

Wenn diese Resultate, obwohl die Einrichtung, wie oben erwähnt wurde, noch Vieles zu wünschen übrig lässt, immerhin schon als beachtenswerth hinzustellen sind, da der Brennmaterialaufwand ein sehr geringer, die Production ungeachtet der geringen Einsatzgrösse eine bedeutende genannt werden muss, die Arbeitslöhne sehr nieder beziffert sind und der Verbrauch an Feren sehr klein ist, da dieselben drei Einsätze ausdauern und das Stück nur 1·5 Francs kostet, so drängen sich doch noch manche Bedenken auf.

Leider fehlen genügende Angaben über die Qualität der erzeugten Producte.*) Die geringe Tiefe des Metallbades über den Feren ermöglicht es allerdings, Wind von geringer Pressung anzuwenden, was aber andererseits die Unzukömmlichkeit mit sich bringt, dass eine nur sehr kleine Menge von Eisen direct durch den Windstrom getroffen und gefrischt wird. Es steht daher sehr zu befürchten, dass, wenn man nur mit Wind arbeitet (welche Möglichkeit als einer der Hauptvortheile hervorgehoben wurde),

---

*) Den ausgestellten Producten (französische Maschinenhalle, Classe 50) waren nur folgende wenige Angaben beigefügt:

Gehalt an Kohlenstoff	0·19	Procent
„ „ Mangan	0·32	„
„ „ Phosphor	0·06	„

die Gleichförmigkeit der Producte wesentlich beeinträchtigt werde. Dies kann aus den Resultaten vermuthet werden, welche seinerzeit bei Anwendung der fixen schwedischen Bessemer-Oefen erhalten wurden.

Endlich liegen über die Dauer der Ofenzustellung und die nothwendig werdenden Reparaturen noch keine Erfahrungsdaten vor. Wenn auch Siemens-Martin- oder Ponsard-Oefen beim Stahlschmelzen jetzt schon durch lange Zeit ununterbrochen in Betrieb erhalten werden können, so sind die Verhältnisse bei dem Forno-Convertiseur doch wesentlich andere. Da der Wind doch unvermeidlich kleine Eisenpartikelchen aus dem Metallbade hinauswirft, so werden dieselben theils an dem Ofengewölbe kleben bleiben, theils in die Regeneratoren übergeführt und daselbst oxydirt werden, somit Veranlassung zum frühzeitigen Zugrundegehen der Ofenzustellung geben.

Die bis nun durchgeführten und veröffentlichten Resultate scheinen noch nicht geeignet, mit Sicherheit ein verlässliches Urtheil über die Brauchbarkeit dieser Combination abgeben zu können.

STUDIEN

über die Eigenschaften des Eisens und den Einfluss einzelner Elemente auf dieselben.

Deutlich war das Bestreben bei vielen Ausstellungen zu erkennen, durch technisch durchgeführte Proben in Verbindung mit der chemischen Analyse ein Bild über die Qualität der ausgestellten Producte, über den Einfluss, welchen bei gleicher Qualität der Rohmaterialien der in Anwendung stehende Process ausübte, sowie über den Einfluss, welchen einzelne Bestandtheile auf die Qualität der Fabricate auszuüben vermögen, zu geben.

Es kann unmöglich die Aufgabe dieser Zeilen sein, eine vollständige Sammlung all' dieser Versuchsresultate zusammenzustellen, weil dieselbe zu voluminös würde, weshalb hier nur das Wichtigste und Interessanteste herausgehoben und angeführt werden soll.

Die weitaus interessantesten Arbeiten in dieser Richtung wurden von der Compagnie des Fonderies et Forges de Terre-Noire, la Voulte et Besseges, von der Oesterreichischen Staatseisenbahn-Gesellschaft im Banat, sowie vom Jernkontoret in Stockholm veröffentlicht, weshalb besonders diese Arbeiten berücksichtigt werden sollen. An diese sollen noch einige Resultate über Festigkeitsproben von einzelnen Ausstellungs-Objecten angeschlossen werden, insoferne dieselben besonderes Interesse bieten.

Studien, ausgeführt von der Compagnie des Fonderies et Forges de Terre-Noire, la Voulte et Besseges.

Diese Gesellschaft, welche zweifellos die interessanteste und lehrreichste Ausstellung brachte, hatte auch in Beziehung auf das Studium der Eigenschaften des Eisens, auf den Zusammenhang

der chemischen Zusammensetzung mit den physikalischen Eigenschaften etc. die ausgedehntesten Versuche durchgeführt und in einer äusserst liberalen Weise die erhaltenen Resultate zur Verfügung gestellt weshalb ich dieselben hier ziemlich vollständig geben will.

Diesen interessanten Untersuchungen wurden die in Anwendung stehenden Gussroheisensorten, die gewöhnlichen Eisensorten (Puddlingseisen und Stahl) und endlich Ingot-Eisen und Stahl unterworfen.

Indem man bei nahe gleichbleibender chemischer Zusammensetzung der Reihe nach die Menge von Kohlenstoff, Silicium, Mangan und Phosphor änderte, war man in der Lage, den Einfluss dieser Elemente zu studiren.

Auf diese Weise war es möglich, den Zusammenhang zwischen der chemischen Zusammensetzung und den physikalischen Eigenschaften zu constatiren. Von besonderem Interesse sind aber auch die Studien über den Einfluss des Härtens und Ausglühens auf die Festigkeit des Ingotmaterials im Allgemeinen, sowie auf nicht geschmiedeten blasenfreien Stahlguss.

1. Gussroheisen.

Dasselbe wurde folgenden Proben unterworfen:

Ein roher gegossener Stab von 40 Millimeter im Quadrat wurde auf 16 Centimeter Länge auf einer 800 Kilogramm schweren Unterlage aufgelegt und mit einem Fallblock von 12 Kilogramm auf Bruch probirt. Die Fallhöhe betrug ursprünglich 26 Centimeter und wurde nach je zwei Schlägen um 2 Centimeter erhöht, bis der Bruch erfolgte. (Diese Probe ist bei der Artillerie in Anwendung.)

Ein auf 100 Millimeter im Quadrat gehobelter Gusseisenstab wurde auf 1 Meter Länge auf einer 10.000 Kilogramm schweren Unterlage aufgelegt. Bei einem Gewichte des Fallblockes von 100 Kilogramm wurde mit einer Fallhöhe von 40 Centimeter begonnen und dieselbe von 10 zu 10 Centimeter bis zum erfolgten Bruche erhöht.

Die Biegungsversuche wurden mit dem Apparat von Monge nach der von der Artillerie und den Eisenbahn-Gesellschaften

Frankreichs in Anwendung stehenden Methode ausgeführt. Ein Stab von 80 Millimeter im Quadrat wird eingespannt und mit wachsenden Wassermengen, welche in einen Wasserkasten eingelassen werden, belastet.

Ebenso wurde ein Stab auf einen Querschnitt von 100 Millimeter im Quadrat abgehobelt, auf 1 Meter Länge unterlegt und in der Mitte mittelst einer hydraulischen Presse belastet.

Die Versuche auf Zugfestigkeit wurden mit Stäben von 14 Millimeter Durchmesser und einer Länge von 100 Millimeter ausgeführt. Bei all' diesen Proben war die Durchbiegung, sowie die Dehnung sehr gering und kaum zu bestimmen.

Versuchsresultate mit Gussroheisen.

Nummer des Roheisens	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 4
Chem. Zusammensetzung:					
Eisen	92·170	92·980	93·850	94·580	94·150
Mangan	1·250	1·050	0·950	0·654	0·583
Silicium	2·250	1·950	1·750	1·550	1·450
Graphit	3·250	2·550	1·950	1·150	0·850
Kohlenstoff chemisch geb. .	0·940	1·230	1·520	2·080	2·170
Schwefel	0·020	0·040	0·063	0·071	0·095
Phosphor	0·050	0·050	0·047	0·042	0·047
Schlagprobe:					
Stab von 40 Millimeter. Der Bruch erfolgte bei einer Fallhöhe von Centimeter .	36	42	54	62	68
Stab von 100 Millimeter. Der Bruch erfolgte bei einer Fallhöhe von Centimeter .	50	70	80	90	120
Belastungsprobe:					
Stab von 80 Millimeter. Der Bruch erfolgte bei einer Belastung von Kilogramm .	950	1055	1180	1315	1475
Stab von 100 Millimeter. Der Bruch erfolgte bei einer Belastung von Kilogramm .	13.000	15.500	16.200	19.800	21.500
Zugprobe:					
Stab von 14 Millim. Durchmesser. Der Bruch erfolgte bei einer Belastung pro Quadratmillim. von Kilogr.	6·5	8·9	10·2	14·9	17·5

2. Gewöhnliches Eisen von verschiedener Qualität.

Den Proben wurden folgende in Handel kommende Eisensorten unterworfen:

Fers ordinairs. — Das gewöhnliche Handelseisen wird aus Roheisen von Ardèche und Gard erzeugt, welches aus inländischen Erzen erblasen ist. Man verwendet dieses Materiale für currente Stabeisensorten, Radreifen, Schlosserwaaren, Handelsbleche und ordinäre Schiffsbleche. Das Eisen lässt sich kalt gut bearbeiten.

Fers forts. — Dasselbe lässt sich kalt vorzüglich, aber auch im warmen Zustande bearbeiten. Man verwendet dasselbe für Hufeisen, feine Schlosserwaaren, Nieten bei Brücken, für Kesselbleche vorzüglicher Qualität etc.

Fers supérieurs. — Dasselbe lässt sich kalt und warm gleich gut bearbeiten und wird für die besten Schiffsbleche, für Ketten, Kesselnieten etc. verwendet.

Fers fins et aciers puddlés werden für Maschinen-Constructionen, für feine Bleche, für Feuerboxplatten etc. verwendet.

Die für Erzeugung dieser Eisensorten in Anwendung stehenden Roheisensorten haben folgende Zusammensetzung:

Zusammensetzung des Roheisens für die Erzeugung von	Fers ordinairs	Fers forts	Fers supérieurs	Fers fins et aciers puddlés
Eisen	95·050	92·950	95·040	92·870
Mangan	0·653	3·450	1·940	3·258
Silicium	0·758	0·618	0·204	0·548
Kohlenstoff chem. gebunden . .	2·450	2·050	2·875	3·250
Schwefel	0·287	0·031	0·047	0·052
Phosphor	0·622	0·162	0·053	0·063

Leider fehlt die chemische Zusammensetzung der den folgenden Proben unterworfenen Eisenstäbe.

Die Biegungsproben wurden mit sorgfältig bearbeiteten quadratischen Stäben von 100 Millimeter Seitenlänge ausgeführt. Die Stäbe hatten eine Länge von 1·2 Meter und wurden auf 1 Meter Entfernung unterlegt. Die Belastung erfolgte in der Mitte der Auflagen mit Hilfe der hydraulischen Presse.

Die Schlagproben wurden ebenfalls mit sorgfältig bearbeiteten quadratischen Stäben von 100 Millimeter Seiten-

länge durchgeführt. Die Auflagepunkte waren 1 Meter von einander entfernt und auf einer Unterlage von 10.000 Kilogramm Gewicht befestigt. Der Fallblock hatte ein Gewicht von 300 Kilogramm und wurde auf 0·5, 1, 1·5 etc. Meter Höhe gehoben.

Die Zugproben wurden ausgeführt mit:

Stäben von 14 Millimeter Durchmesser und 100 Millimeter Länge
" " 20 " " " 200 " "
Blechstreifen von 30 × 10 Millimeter Querschnitt und 200 Millimeter Länge.

Biegungsproben.

	Fers ordinairs		Fers forts		Fers supérieurs		Fers fins		Aciers puddlés	
	Biegung in Millimeter									
	während der Belastung	bleibend	während der Belastung	bleibend	während der Belastung	bleibend	während der Belastung	bleibend	während der Belastung	bleibend
Bei einer Belastung von										
5·000 Kilogramm	0·8	0·1	0·7	0·0	0·6	0·0	0·6	0·0	0·7	0·0
10.000 "	1·5	0·1	1·3	0·0	1·1	0·0	1·2	0·0	1·3	0·0
15.000 "	2·2	0·3	2·1	0·2	2·1	0·2	1·9	0·1	2·0	0·1
20.000 "	4·0	0·3	3·3	0·8	2·7	0·2	7·8	5·3	3·6	1·2
25·000 "	12·5	9·5	9·2	5·8	17·1	13·8	22·5	19·3	11·9	8·5
30.000 "	30·0	27·0	25·3	21·2	48·4	48·0	44·5	40·8	25·4	20·9
35.000 "	61·0	61·0	42·5	37·0	102·0	102·0	78·0	78·0	42·0	42·0
40.000 "	—	—	—	—	267·0	267·0	168·0	168·0	69·0	69·0
Der Bruch erfolgte bei einer Belastung von Kilogramm . . .	37.200		39.000		Bei dieser Belastung erfolgt kein Bruch		40.500		42.000	

Schlagproben.

Adjustirte Stäbe von 100 Millimeter Seitenlänge	Fer ordinair	Fer fort	Fer supérieur	Fer fin	Acier puddlé
	in Millimeter				
Bei einer Fallhöhe von:					
0·50 Meter betrug die Einbiegung	0·5	0·5	0·5	0·0	0·0
1·00 " " " "	6·0	6·0	4·0	4·0	2·5
1·50 " " " "	15·0	14·0	14·0	12·0	10·0
2·00 " " " "	Bruch	24·0	25·0	22·0	15·0
2·50 " " " "	--	Bruch	40·0	35·0	22·0
3·00 " " " "	—	—	57·0	52·0	33·0
3·50 " " " "	—	—	78·0	69·0	Bruch
4·00 " " " "	—	—	101·0	91·0	—
			Es erfolgte kein Bruch		

Zugproben.

	Fer ordinair			Fer fort		
	Elasticitätsgrenze	Bruchgrenze	Verlängerung	Elasticitätsgrenze	Bruchgrenze	Verlängerung
	in Kilogramm pro Quadratmillimeter		Procent	in Kilogramm pro Quadratmillimeter		Procent
Stäbe von 14 Millimeter Durchmesser u. 100 Millimeter Länge	21·0	28·5	18·5	21·5	32·4	22·5
Stäbe von 20 Millimeter Durchmesser u. 200 Millimeter Länge	21·5	29·2	16·8	20·8	33·5	20·7
Blech von 30 × 10 Millimeter Querschnitt und 200 Millimeter Länge:						
In der Walzrichtung . .	23·7	29·5	5·2	23·7	33·1	9·2
Senkrecht auf die Walzrichtung	22·7	29·2	5·3	23·6	32·6	7·2

	Fer supérieur			Fer fin			Acier puddlé		
	Elasticitätsgrenze	Bruchgrenze	Verlängerung	Elasticitätsgrenze	Bruchgrenze	Verlängerung	Elasticitätsgrenze	Bruchgrenze	Verlängerung
	in Kilogr. pro Quadratmillimeter		Procent	in Kilogr. pro Quadratmillimeter		Procent	in Kilogr. pro Quadratmillimeter		Procent
Stäbe von 14 Millimeter Durchmesser u. 100 Millimeter Länge	19·5	35·0	26·2	18·6	38·0	28·5	25·5	53·4	14·2
Stäbe von 20 Millimeter Durchmesser u. 200 Millimeter Länge	20·1	34·3	25·1	19·2	37·8	26·3	26·5	52·9	13·9
Blech von 30 × 10 Millimeter Querschnitt und 200 Millimeter Länge:									
In der Walzrichtung . .	22·3	33·8	15·5	24·9	36·1	15·3	—	—	—
Senkrecht auf die Walzrichtung	22·7	33·8	13·5	21·7	34·8	15·5	—	—	—

3. Stahl, geschmiedet und gewalzt, mit einem wechselnden Gehalt an Kohlenstoff.

Die Proben dieser Serie wurden durchgeführt, um den Unterschied in den physikalischen Eigenschaften des Stahles zu zeigen, welcher durch einen grösseren oder geringeren Gehalt an

Kohlenstoff veranlasst werden kann. Zu dem Ende wurden fünf Güsse aus dem Siemens-Martin-Ofen gemacht, bei welchen man sich bemühte, so viel als möglich gleiche Mengen aller übrigen Elemente beizubehalten, während der Gehalt an Kohlenstoff möglichst regelmässig gesteigert wurde.

Das bei diesen fünf Güssen erhaltene Materiale zeigte folgende Zusammensetzung:

Chemische Zusammensetzung	Nummer des Gusses				
	59	66	70	74	82
Gehalt in Procenten an Kohlenstoff	0·150	0·490	0·709	0·875	1·050
„ „ „ „ Mangan . .	0·213	0·200	0·266	0·250	0·255
„ „ „ „ Phosphor . .	0·035	0·070	0·062	0·055	0·063
„ „ „ „ Schwefel . .	Spur	Spur	Spur	Spur	Spur
„ „ „ „ Silicium . .	„	„	„	„	„

Mit den auf diese Weise erhaltenen Probematerialien wurden Proben hinsichtlich der Biegung, des Schlages, des Zuges und der Zusammendrückung, und zwar in ungehärtetem, sowie in gehärtetem Zustande nach dem folgenden Programme durchgeführt:

Biegungsprobe. — Sorgfältig bearbeitete quadratische Stäbe von 100 Millimeter Seitenlänge und 1·2 Meter Länge wurden auf 1 Meter Länge auf einer Unterlage von 10.000 Kilogramm Gewicht aufgelegt. Der Druck wurde in der Mitte zwischen den beiden Auflagen mittelst einer hydraulischen Presse erzeugt.

Den Schlagproben wurden Stäbe von gleichen Dimensionen und bei gleichen Auflage-Verhältnissen unterworfen. Der Fallblock hatte ein Gewicht von 300 Kilogramm.

Bei den Zugproben wurden Stäbe von 14 Millimeter Durchmesser und 100 Millimeter Länge, sowie solche von 20 Millimeter Durchmesser und 200 Millimeter Länge verwendet.

Den Druckproben wurden Stäbe von 10 Millimeter Höhe und 10 Millimeter Durchmesser unterworfen.

Während alle übrigen Proben in der Hütte durchgeführt wurden, mussten die Druckproben zu Nevers gemacht werden, weil zur Durchführung derselben die nothwendigen Instrumente in der Hütte mangelten.

Die Probestangen für Biegung und Schlag wurden mit ungehärteten und in Oel gehärteten, die für Zug und Druck mit ungehärteten, mit in Oel, sowie theilweise mit in Wasser gehärteten Stäben durchgeführt.

Den gleichen Proben wurden auch alle übrigen Probestangen unterworfen, welche dazu dienten, den Einfluss des Phosphors, Mangans und Siliciums zu studiren.

Bei der früher angeführten Versuchsweise zur Constatirung des Einflusses, den der Kohlenstoff ausübt, wurden folgende Resultate erhalten.

Biegungsproben.

Nummer des Gusses . .	59		66		70		74		82	
Kohlenstoffgeh. in Proc.	0·150		0·490		0·709		0·875		1·050	
	Biegung in Millimeter									
	während der Belastung	bleibend	während der Belastung	bleibend	während der Belastung	bleibend	während der Belastung	bleibend	während der Belastung	bleibend
Ungehärtet: Bei einer Belastung von										
10.000 Kilogramm	1·0	0·0	1·1	0·0	0·5	0·0	0·3	0·0	0·0	0·0
15.000 „	1·5	0·0	1·6	0·1	1·7	0·0	1·5	0·0	0·5	0·0
20.000 „	2·1	0·1	2·3	0·1	2·2	0·0	2·2	0·0	1·0	0·0
25.000 „	3·4	0·8	2·8	0·2	2·7	0·0	2·7	0·0	1·6	0·0
30.000 „	12·5	9·8	4·3	1·1	3·1	0 0	2·9	0·0	2·0	0·0
40.000 „	—	104·0	30·5	25·7	10·8	3·4	5·1	0·2	4·1	0·1
50.000 „	—	248·0	—	69·0	20·7	14·8	9·8	3·6	6·8	1·0
60.000 „	—	—	—	134·0	30·0	20·5	20·5	14 0	12·6	8·9
	—	—	—	—	—	27·0	—	23·0	—	—
70.000 „	—	—	—	247·0	—	—	—	—	—	—
80.000 „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Der Bruch erfolgte bei einer Belastung von Kilogramm	nicht gebrochen		nicht gebrochen		62.500		67.000		65.000	
In Oel gehärtet: Bei einer Belastung von										
10.000 Kilogramm	0·5	0·0	0·5	0·0			0·5	0·0	0·0	0·0
15.000 „	1·0	0·0	0·8	0·0			1·0	0·0	0·5	0·0
20.000 „	1·5	0·5	1·0	0·3			2·0	0·1	0·7	0·0
25.000 „	2·5	1·0	2·0	1·0			3·0	0·2	2·0	0·1
30.000 „	9·4	6·2	7·5	4·2			3·8	0·2	3·2	0·3
40.000 „	—	74·0	11·2	6·5			5·3	0·5	3·5	0·4
50.000 „	—	225·0	22·5	17·0			7·0	0·9	4·4	1·0
60.000 „	—	—	—	41·0			9·0	2·7	5·3	5·3
70.000 „	—	—	—	99·0			11·0	4·0	—	—
80.000 „	—	—	—	—			—	5·2	—	—
Der Bruch erfolgte bei einer Belastung von Kilogramm	nicht gebrochen		75.000				80.000		60.000	

Diese Probe verunglückte beim Härten

Schlagproben.

Nummer des Gusses	59	66	70	74	82
Kohlenstoffgehalt in Procenten	0·150	0·490	0·709	0·875	1·050
	Biegung in Millimeter				
Ungehärtet:					
Bei einer Fallhöhe von 0·5 Meter	0	0	0	0	0
„ „ „ „ 1·0 „	3	2	2	2	1·5
„ „ „ „ 1·5 „	10	6	5	3	gebrochen
„ „ „ „ 2·0 „	20	15	8	5	—
„ „ „ „ 2·5 „	33	25	12	gebrochen	—
„ „ „ „ 3·0 „	49	36	19	—	—
„ „ „ „ 3·5 „	68	48	gebrochen	—	—
„ „ „ „ 4·0 „	87	62	—	—	—
	nicht gebrochen				
In Oel gehärtet:					
Bei einer Fallhöhe von 0·5 Meter	0	0	0	0	0
„ „ „ „ 1·0 „	3	2	2	0·5	2
„ „ „ „ 1·5 „	8	6	5	2	5
„ „ „ „ 2·0 „	16	12	9	5	8
„ „ „ „ 2·5 „	24	18	11	gebrochen	gebrochen
„ „ „ „ 3·0 „	39	27	18	—	—
„ „ „ „ 3·5 „	55	36	gebrochen	—	—
„ „ „ „ 4·0 „	68	45	—	—	—
	nicht gebrochen				

Zugproben.

Nummer des Gusses / Kohlenstoffgehalt in Procenten	59 0·150				66 0·496				70 0·709				74 0·875				82 1·050			
	Elasticitätsgrenze	Bruchbelastung a. d. Querschnitt: anfänglichen	Bruchbelastung a. d. Querschnitt: schliesslichen	Verlängerung	Elasticitätsgrenze	Bruchbelastung a. d. Querschnitt: anfänglichen	Bruchbelastung a. d. Querschnitt: schliesslichen	Verlängerung	Elasticitätsgrenze	Bruchbelastung a. d. Querschnitt: anfänglichen	Bruchbelastung a. d. Querschnitt: schliesslichen	Verlängerung	Elasticitätsgrenze	Bruchbelastung a. d. Querschnitt: anfänglichen	Bruchbelastung a. d. Querschnitt: schliesslichen	Verlängerung	Elasticitätsgrenze	Bruchbelastung a. d. Querschnitt: anfänglichen	Bruchbelastung a. d. Querschnitt: schliesslichen	Verlängerung
	in Kilogramm pro Quadrat-Millimeter			Procent	in Kilogramm pro Quadrat-Millimeter			Procent	in Kilogramm pro Quadrat-Millimeter			Procent	in Kilogramm pro Quadrat-Millimeter			Procent	in Kilogramm pro Quadrat-Millimeter			Procent
Ungehärtet:																				
Stab von 14 Millimeter Durchmesser und 100 Millimeter Länge	22·0	35·7	104·2	34·0	26·2	48·4	73·4	24·0	31·6	68·0	83·1	15·0	34·2	74·1	90·5	9·5	39·2	86·1	98·5	4·5
Stab von 20 Millimeter Durchmesser und 200 Millimeter Länge	18·2	36·4	106·0	32·3	23·0	48·0	80·4	24·8	30·8	68·2	76·5	10·0	32·8	73·2	78·5	8·4	39·5	86·0	90·0	5·2
Verlängerung, berechnet auf 100 Millimeter Länge	—	—	—	40·0	—	—	—	29·6	—	—	—	10·6	—	—	—	11·2	—	—	—	5·2
In Oel gehärtet:																				
Stab von 14 Millimeter Durchmesser und 100 Millimeter Länge	32·8	46·8	140·0	28·6	44·6	70·5	139·0	12·0	68·8	107·1	115·5	4·0	90·5	106·0	107·5	1·0	beim Härten gebrochen			
Stab von 20 Millimeter Durchmesser und 200 Millimeter Länge	31·4	46·8	138·0	23·7	46·4	71·0	97·0	12·5	67·8	97·0	100·3	1·25	77·8	104·6	106·7	0·8	92·6	130·8	133·5	1·0
Verlängerung, berechnet auf 100 Millimeter Länge	—	—	—	29·5	—	—	—	15·0	—	—	—	1·60	—	—	—	1·2	—	—	—	1·3
In Wasser gehärtet:									Beim Härten gebrochen.											
Stab von 14 Millimeter Durchmesser und 100 Millimeter Länge	30·8	48·8	151·0	19·0	45·4	78·5	80·9	2·5												
Stab von 20 Millimeter Durchmesser und 200 Millimeter Länge	33·1	50·4	175·0	18·25	49·3	78·2	121·5	7·0												
Verlängerung, berechnet auf 100 Millimeter Länge	—	—	—	27·3	—	—	—	10·3												

Proben auf Druck.

Nummer des Gusses	59	66	70	74	82
Kohlenstoffgehalt in Procenten . . .	0·150	0·490	0·709	0·875	1·050
Ungehärtet:					
Belastung der Cylinder in Kilogramm	32.000	32.000	32.000	32.000	32.000
Höhe vor dem Zusammendrücken in Millimeter	10·07	10·00	10·00	10·00	10·15
Höhe nach dem Zusammendrücken in Millimeter	2·87	3·60	3·97	4·45	4·59
Verhältniss zwischen beiden Höhen .	3·50	2·76	2·50	2·25	2·20
In Oel gehärtet:					
Belastung der Cylinder in Kilogramm	32.000	32.000	32.000	32.000	32.000
Höhe vor dem Zusammendrücken in Millimeter	9·95	10·00	9·95	10·05	10·15
Höhe nach dem Zusammendrücken in Millimeter	4·10	4·20	4·75	5·40	5·75
Verhältniss zwischen beiden Höhen .	2·33	2·40	2·10	1·84	1·76

Aus dieser Serie von Versuchen kann man folgende Schlüsse über den Einfluss des Kohlenstoffgehaltes auf die physikalischen Eigenschaften des Eisens und Stahls ziehen:

1. Die Biegungsproben zeigen uns bei geschmolzenem Metall und einem sehr geringen Gehalt an Kohlenstoff viel stärkere Durchbiegungen als die besten gewöhnlichen Eisensorten haben. Die Eigenschaft, sich biegen zu lassen, schliesst aber eine gewisse Steifigkeit durchaus nicht aus, und vergleicht man die bleibenden Einbiegungen bei Stäben aus Puddlings- und Ingot-Eisen bei einer Belastung von 30.000 Kilogramm, so findet man dieselben bei Eisen mit 40 bis 48 Millimeter, hingegen bei Ingot-Eisen, (Guss Nr. 59) mit nur 9·8 Millimeter. Das geschmolzene Metall ist daher, wenn der Kohlenstoffgehalt nicht 0·150 Procent übersteigt, ein geschmolzenes Weicheisen (fer fondu homogène) von viel besserer Qualität als alle gewöhnlichen Eisensorten.

2. Die Biegungsproben zeigen ferner noch, dass die elastischen Eigenschaften im directen Verhältnisse zum Kohlenstoffgehalt stehen. Die Elasticitätsgrenze wächst allmälig unter denselben Bedingungen, wie die bleibende Durchbiegung bei gleicher

Belastung, z. B. von 40.000 Kilogramm, abnimmt. Man findet dieselbe

beim Guss Nr. 59 mit 10·4 Millimeter
„ „ „ 66 „ 25·7 „
„ „ „ 70 „ 3·4 *) „
„ „ „ 74 „ 0·2 „
„ „ „ 82 „ 0·1 „

3. Die Schlagproben bestätigen die Resultate der Biegungsproben in Bezug auf die elastischen Eigenschaften. Bei einem grösseren Kohlenstoffgehalt macht sich ungeachtet einer grösseren Widerstandsfähigkeit gegen das Durchbiegen bei den Schlagproben eine grössere Brüchigkeit bemerkbar.

4. Die Zugproben geben übereinstimmende Resultate mit den Biegungs- und Schlagproben. Die Elasticitätsgrenze, die Widerstandsfähigkeit gegen den Bruch und die Verlängerung sind von der Grösse des Kohlenstoffgehaltes abhängig.

Nummer des Gusses	Kohlenstoffgehalt Procent	Elasticitätsgrenze	Bruchgrenze	Verlängerung Procent
		Kilogramm pro Quadrat-Millim.		
59	0·150	22·0	35·7	34
66	0·490	26·2	48·8	24
70	0·709	31·6	68·0	15
74	0·875	34·2	74·1	9·5
82	1·050	39·2	86·1	4·5

5. Die Proben auf Druck bestätigen in ähnlicher Weise die früheren Erfahrungen, wie man schon bei Vergleichung der äussersten Grenzen findet, da der Cylinder des Gusses Nr. 59 auf 2·87 Millimeter und jener des Gusses Nr. 82 auf 4·59 Millimeter zusammengedrückt wurde.

Zu bedauern ist nur, dass bei diesen Proben, welche in der Giesserei der Marine zu Nevers gemacht wurden, die Belastung, bei welcher die Zusammendrückung begann, nicht bestimmt werden konnte.

---

*) In dem Originale sind aus Versehen anstatt der Zahlen 3·4, 0·2 und 0·1 die der Belastung von 50.000 Kilogramm entsprechenden Durchbiegungen von 14·1, 3·6 und 3·0 Millimeter angegeben.

6. Der Einfluss der Härtung in Oel oder Wasser konnte bei allen Proben auf Zug und Druck deutlich beobachtet werden. Untersucht man hingegen die Elasticitätsgrenze, die Reissfestigkeit und Verlängerung, so wird durch die Härtung eine um so grössere Veränderung hervorgebracht, je grösser der Gehalt an Kohlenstoff ist. Das Wasser wirkt beim Härten energischer ein und ist über einen gewissen Kohlenstoffgehalt hinaus gar nicht anwendbar, weil die Stücke leicht springen.

7. Ebenso ist der Einfluss der Härtung sehr spürbar bei den Biegungs- und Schlagproben. Da jedoch diese Proben mit Stäben von 100 Millimeter Seitenlänge ausgeführt wurden, so war der Einfluss der Härtung selbstverständlich nicht so bedeutend, wie bei den Probestangen von 14 und 20 Millimeter Durchmesser, welche bei den Proben auf Zugfestigkeit in Anwendung kamen.

4. Stahl, geschmiedet und gewalzt, mit einem wechselnden Gehalt an Mangan.

In ähnlicher Weise wie bei der dritten Serie ein wechselnder Gehalt an Kohlenstoff bei einem nahezu gleichbleibenden Gehalt der übrigen Elemente angestrebt wurde, erzeugte man nun fünf Güsse im Siemens-Martin-Ofen, bei welchen nur der Mangangehalt wechselte, um den Einfluss von Mangan zu studiren. Die Producte der fünf Güsse hatten folgende Zusammensetzung:

Nummer des Gusses .	26	33	30	21	17
Gehalt an Mangan .	0·521	1·060	1·305	2·008	2·458
„ „ Kohlenstoff .	0·450	0·467	0·515	0·560	0·595
„ „ Phosphor .	0·067	0·072	0·061	0·058	0·072
„ „ Silicium . .	Spur	Spur	Spur	Spur	Spur
„ „ Schwefel . .	„	„	„	„	„

Das Metall des Gusses Nr. 17 ist von einer ganz ausnahmsweisen Härte und sehr schwer zu bearbeiten; es war unmöglich, dasselbe zu schmieden oder zu walzen, um eine entsprechende Anzahl von Probestangen herzustellen.

Die Versuche mit dieser Serie von Probestangen wurden auf gleiche Weise wie mit den Probestangen der Kohlenstoffreihe ausgeführt.

Biegungsproben.

Nummer des Gusses . . .	26		33		30		21	
Mangangehalt in Procenten	0·521		1·060		1·305		2·008	
	Biegung in Millimeter							
	während der Belastung	bleibend	während der Belastung	bleibend	während der Belastung	bleibend	während der Belastung	bleibend
Ungehärtet:								
Bei einer Belastung von 10.000 Kilogramm	0·8	0·0	0·6	0·0	0·6	0·0	0·3	0·0
15.000 „	1·6	0·0	0·9	0·0	0·9	0·0	0·8	0·0
20.000 „	2·3	0·0	1·9	0·0	1·7	0·0	1·3	0·0
25.000 „	3·0	0·2	2·3	0·1	2·2	0·0	2·0	0·0
30.000 „	10·3	5·1	3·0	0·6	2·9	0·1	2·8	0·0
40.000 „	31·0	24·5	13·7	10·8	4·0	1·2	3·8	1·1
50.000 „	—	49·0	—	32·5	—	11·4	—	11·3
60.000 „	—	112·0	—	74·0	—	38·0	—	38·0
70.000 „	—	—	—	132·0	—	64·0	—	63·0
80.000 „	—	—	—	—	—	105·0	—	101·0
Der Bruch erfolgte bei einer Belastung von Kilogramm	nicht gebrochen bei einer Belastung von 67.000		79.000		85.000		91.000	
Gehärtet in Oel:								
Bei einer Belastung von 10.000 Kilogramm	1·2	0·1	1·0	0·1	0·7	0·0	0·5	0·0
15.000 „	2·0	0·2	2·4	0·3	2·0	0·1	2·0	0·0
20.000 „	2·9	0·5	3·2	0·9	2·7	0·2	2·6	0·2
25.000 „	3·8	0·8	4·4	1·2	3·3	0·4	3·3	0·3
30.000 „	5·1	1·4	5·6	1·9	4·2	0·6	4·2	0·4
40.000 „	8·8	3·9	9·7	4·7	6·5	1·3	6·0	1·3
50.000 „	22·7	16·0	19·7	13·0	9·9	3·2	9·8	3·5
60.000 „	—	44·0	—	31·0	—	9·0	—	8·7
70.000 „	—	—	—	—	—	—	—	—
80.000 „	—	—	—	—	—	—	—	—
Der Bruch erfolgte bei einer Belastung von Kilogramm	70.000		67.000		65.000		66.000	

Schlagproben.

Nummer des Gusses	26	33	30	21
Mangangehalt in Procenten . .	0·521	1·060	1·305	2·008
	Biegung in Millimeter			
Ungehärtet:				
Bei einer Fallhöhe von 0·5 Meter	1·0	0·5	0·0	0·0
„ „ „ „ 1·0 „	3·0	2·0	1·5	1·0
„ „ „ „ 1·5 „	9·0	7·0	5·2	3·0
„ „ „ „ 2·0 „	16·0	13·0	9·5	7·0
„ „ „ „ 2·5 „	26·0	20 0	14·5	9·5
„ „ „ „ 3·0 „	36·0	28·0	20·5	gebrochen
„ „ „ „ 3·5 „	48·0	39·0	gebrochen	—
„ „ „ „ 4·0 „	36·0	49·0	—	—
	nicht gebrochen			
Gehärtet in Oel:				
Bei einer Fallhöhe von 0·5 Meter	1·0	1·0	0·0	0·0
„ „ „ „ 1·0 „	5·0	4·0	2·0	1·0
„ „ „ „ 1·5 „	11·0	9·0	7·0	4·0
„ „ „ „ 2·0 „	17·0	15·0	12·0	6·0
„ „ „ „ 2·5 „	27·0	23·0	18·0	12·0
„ „ „ „ 3·0 „	37·0	31·0	26·0	16·0
„ „ „ „ 3·5 „	49·0	42·0	35·0	gebrochen
„ „ „ „ 4·0 „	62·0	53·0	45·0	—
	nicht gebrochen			

Druckproben.

Nummer des Gusses	26	33	30	21
Mangangehalt in Procenten . .	0·521	1·060	1·305	2·008
Ungehärtet:				
Belast. der Cylinder von 10 Millim. Durchmesser und Höhe in Kilogr.	32.000	32.000	32.000	Diese Serie fehlt.
Höhe vor dem Zusammendrücken in Millimeter	10·05	10·10	10·15	
Höhe nach dem Zusammendrücken in Millimeter	3·62	3·80	4·07	
Verhältniss zwischen beiden Höhen	2·77	2·65	2·47	
Gehärtet in Oel:				
Belastung der Cylinder in Kilogr.	32.000	32.000	32.000	
Höhe vor dem Zusammendrücken in Millimeter	10·10	10·05	10·10	
Höhe nach dem Zusammendrücken in Millimeter	4·70	4·75	4·95	
Verhältniss zwischen beiden Höhen	2·15	2·12	2·04	

Proben auf Zug.

Nummer des Gusses	26				33				30				21			
Mangangehalt in Procenten . .	0·521				1·060				1·305				2·008			
	Elasticitätsgrenze	Bruchbelastung auf den Querschnitt: anfänglichen	Bruchbelastung auf den Querschnitt: schliesslichen	Verlängerung	Elasticitätsgrenze	Bruchbelastung auf den Querschnitt: anfänglichen	Bruchbelastung auf den Querschnitt: schliesslichen	Verlängerung	Elasticitätsgrenze	Bruchbelastung auf den Querschnitt: anfänglichen	Bruchbelastung auf den Querschnitt: schliesslichen	Verlängerung	Elasticitätsgrenze	Bruchbelastung auf den Querschnitt: anfänglichen	Bruchbelastung auf den Querschnitt: schliesslichen	Verlängerung
	in Kilogramm pro Quadrat-Millimeter			Procent	in Kilogramm pro Quadrat-Millimeter			Procent	in Kilogramm pro Quadrat-Millimeter			Procent	in Kilogramm pro Quadrat-Millimeter			Procent
Ungehärtet:																
Stab von 14 Millimeter Durchmesser u. 100 Millimeter Länge	27·3	54·0	95·6	24·2	35·7	65·0	112·0	21·0	43·5	82·5	134·0	15·7	48·7	89·8	116·0	9·5
Stab von 20 Millimeter Durchmesser u. 200 Millimeter Länge	26·3	51·8	97·8	24·5	31·2	61·1	116·0	21·4	41·2	76·5	141·0	17·4	47·7	88·5	131·5	10·5
Verlängerung, berechnet auf 100 Millimeter	—	—	—	29·75	—	—	—	27·5	—	—	—	21·25	—	—	—	12·0
Gehärtet in Oel:																
Stab von 14 Millimeter Durchmesser u. 100 Millimeter Länge	48 1	76·0	140·5	14·0	69·2	130·0	gebrochen an der Marke		gesprungen beim Härten.							
Stab von 20 Millimeter Durchmesser u. 200 Millimeter Länge	41·7	76·5	129·0	12·0	65·0	99·0	„		„		„					
Verlängerung, berechnet auf 100 Millimeter	—	—	—	16·0	—	—										

Aus dieser zweiten Reihe von Versuchen mit Stahl von wechselndem Mangangehalt lassen sich folgende Betrachtungen ableiten.

8. Im Stahl bringt eine Vermehrung des Gehaltes an Mangan einen nahezu analogen Effect hervor, wie eine Vermehrung des Kohlenstoffgehaltes, und zwar:

Eine Steigerung der Elasticitätsgrenze.
Eine Steigerung der Bruchgrenze.
Eine Verminderung der Verlängerung.

Bei eingehendem Studium der ganzen Versuchsreihen wird man finden, dass eine Uebereinstimmung der Resultate in demselben Sinne auftritt.

9. Vergleicht man die beiden Reihen mit wechselndem Kohlenstoff- und Mangangehalt, so findet man, dass jene beiden Nummern, und zwar 66 und 26, welche annäherungsweise dieselbe chemische Zusammensetzung mit Ausnahme des Mangangehaltes haben, die nächststehenden Resultate geben.

Die Zusammensetzung dieser beiden Güsse ist folgende:

	Nr. 66	Nr. 26
Gehalt an Kohlenstoff	0·490	0·450
„ „ Mangan	0·200	0·521
„ „ Phosphor	0·070	0·067
„ „ Silicium	Spur	Spur
„ „ Schwefel	„	„

Ein Unterschied in den Resultaten dieser beiden Güsse kann nur auf Rechnung des grösseren Mangangehaltes in Nr. 26 geschrieben werden.

10. Untersucht man die Resultate, welche mit diesen beiden Proben in Bezug auf Biegung, Schlag und Druck erhalten wurden, so findet man in allen Fällen ein Hinaufrücken der Elasticitäts- und Bruchgrenze.

Die Dehnung scheint aber die gleiche zu bleiben, obwohl die Bruchgrenze hinaufgerückt wurde.

Bei Vergleichung der Resultate auf Zugfestigkeit findet man folgende Zahlen bei den Güssen:

	Nr. 66	Nr. 26
Elasticitätsgrenze in Kilogramm	26·2	27·3
Bruchgrenze in Kilogramm	48·8	54·0
Verlängerung in Procent	24·0	24·2

während jene für Druck unter Belastung von 32.000 Kilogramm folgende Zahlen gaben bei den Güssen:

	Nr. 66	Nr. 26
	Millimeter	
Höhe vor dem Zusammendrücken	10·00	10·05
Höhe nach dem Zusammendrücken	3·60	3·62
Verhältniss zwischen beiden Höhen	2·76	2·77

In Beziehung auf die Dehnung ist somit vollkommene Identität vorhanden.

11. Die Fähigkeit des Stahls, Härtung anzunehmen, wächst bedeutend mit der Vermehrung des Gehaltes an Mangan. Die Probestäbe mit einem höheren Mangangehalt reissen schon viel leichter beim Härten in Oel, selbst wenn dunkle Rothglühhitze angewendet wird. Ein Härten in Wasser ist vollkommen unmöglich.

12. Auch bei den manganhältigen Stahlsorten bewirkte die Härtung bei dickeren Stangen eine geringere Veränderung als bei den dünnen Stäben für Zugfestigkeit, weil sie offenbar nicht bis in das Innere der Stäbe eindrang. Die gleiche Erscheinung wurde auch schon bei der dritten Serie der Versuche mit wechselndem Gehalte an Kohlenstoff beobachtet und in Nr. 7 auf Seite 72 besprochen.

5. Stahl, geschmiedet und gewalzt, mit wechselndem Gehalt an Phosphor.

Als man begann, nach den Processen von Bessemer und Siemens-Martin grosse Mengen Stahl zu erzeugen, wurde allgemein angenommen, dass die Anwendung von vorzüglichen Materialien eine wesentliche Bedingung für das Gelingen dieser Processe sei, und dass besonders ein Gehalt an Phosphor nachtheilig auf die Erzeugung von Ingotmateriale einwirke.

Bessemer gibt als grössten zulässigen Gehalt an Phosphor 0·05 Procent an, was auch richtig ist, wenn es sich um die Herstellung eines Stahls handelt, welcher mehr als 0·5 bis 0·6 Procent Kohlenstoff enthält.

Die Einwirkung des Phosphors auf das Ingotmateriale war Gegenstand sehr eingehender Studien auf den Hütten zu Terre-

Noire. Die Verwendung von solchen Eisen-Mangan-Legirungen, welche sehr reich an Mangan sind, ermöglichte es, Producte zu erzeugen, die sehr arm an Kohlenstoff sind. Solche Producte erweisen sich ungeachtet eines grösseren Gehaltes an Phosphor noch immer für viele Zwecke als brauchbar.

Auf Grund dieser Versuche war man zu Terre-Noire schon im Jahre 1874 in der Lage, folgende Gesetze als richtig anzuerkennen:

Man kann Phosphor in den geschmolzenen Stahl unter der Bedingung einführen, dass man den Kohlenstoff abscheidet.

Der Stahl kann umsomehr Phosphor enthalten, je weniger Kohlenstoff derselbe enthält.

Diese Gesetze werden gegenwärtig allgemein anerkannt, und man verarbeitet in Siemens-Martin-Oefen alte, Phosphor haltende Rails, um Ingots für die Schienenfabrication zu erzeugen, welche bei vorzüglicher Schmiedbarkeit und genügender Festigkeit für Rails 0·25 Procent Phosphor, d. h. fünfmal so viel, als Bessemer für zulässig erachtete, enthalten. Selbstverständlich muss dieses Materiale so wenig als möglich Kohlenstoff enthalten, wodurch die Fabrication allerdings nicht unwesentlich erschwert wird.

Um diese bekannte Thatsache noch fester zu begründen, wurde neuerlich eine Reihe von Versuchen angestellt, und kamen hiebei die gleichen Proben, wie mit beiden früheren Serien zur Ausführung.

Um ein für die Proben entsprechendes Materiale zu erhalten, wurden im Siemens-Martin-Ofen drei Güsse gemacht, welche bei wechselndem Gehalt an Phosphor von den anderen Stoffen nahe dieselben Mengen enthielten.

Die Zusammensetzung der Probestangen war folgende:

Nummer des Gusses	41	35	45
Gehalt an Phosphor	0·247	0·273	0·398
„ „ Mangan	0·746	0·800	0·693
„ „ Kohlenstoff	0·310	0·274	0·310
„ „ Silicium	Spur	Spur	Spur
„ „ Schwefel	„	„	„

Mit diesem Materiale wurden folgende Proben ausgeführt:

Biegungsproben.

Nummer des Gusses	41		35		45	
Phosphorgehalt in Procenten . .	0·247		0·273		0·398	
	Biegung in Millimeter					
	während der Belastung	bleibend	während der Belastung	bleibend	während der Belastung	bleibend
Ungehärtet:						
Bei einer Belastung von:						
10.000 Kilogramm	0·4	0·0	0·3	0·0	0·1	0·0
15.000 „	0·8	0·0	0·7	0·0	0·3	0·0
20.000 „	2·0	0·0	1·8	0·0	1·5	0·0
25.000 „	2·9	0·1	2·6	0·0	2·4	0·0
30.000 „	4·0	0·2	3·8	0·1	3·0	0·1
40.000 „	16·5	13·0	10·6	7·6	6·7	1·7
50.000 „	—	39·0	—	22·0	—	—
60.000 „	—	85·0	—	41·0	—	—
70.000 „	—	168·0	—	—	—	—
80.000 „	—	—	—	—	—	—
Der Bruch erfolgte bei einer Belastung von Kilogramm . . .	nicht gebr. bei einer Belast. von 72.000		65.000		46.000	
Gehärtet in Oel:						
Bei einer Belastung von:						
10.000 Kilogramm	1·5	0·2	1·5	0·1	1·2	0·1
15.000 „	2·6	0·6	2·4	0·4	2·1	0·3
20.000 „	3·4	1·0	4·6	1·3	3·2	1·2
25.000 „	4·5	1·6	5·8	1·9	4·3	1·8
30.000 „	6·1	2·5	7·3	2·7	5·6	2·5
40.000 „	11·2	6·5	10·5	6·0	7·2	3·2
50.000 „	26·8	20·4	16·6	13·0	—	—
60.000 „	—	59·0	—	—	—	—
70.000 „	—	—	—	—	—	—
80.000 „	—	—	—	—	—	—
Der Bruch erfolgte bei einer Belastung von Kilogramm . . .	65.000		61.000		49·000	

Schlagproben.

Nummer des Gusses	41	35	45
Phosphorgehalt in Procenten	0·247	0·273	0·398
	Biegung in Millimeter		
Ungehärtet:			
Bei einer Fallhöhe von 0·5 Meter	0·0	0·0	0·0
„ „ „ „ 1·0 „	1·0	1·5	1·0
„ „ „ „ 1·5 „	5·0	7·0	6·0
„ „ „ „ 2·0 „	9·0	11·0	gebrochen
„ „ „ „ 2·5 „	15·0	19·0	—
„ „ „ „ 3·0 „	23·0	29·0	—
„ „ „ „ 3·5 „	31·0	gebrochen	—
„ „ „ „ 4·0 „	41·0	—	—
Gehärtet in Oel:	nicht gebrochen		
Bei einer Fallhöhe von 0·5 Meter	1·0	1·0	1·0
„ „ „ „ 1·0 „	5·0	5·0	5·0
„ „ „ „ 1·5 „	10·0	10·0	9·0
„ „ „ „ 2·0 „	16·0	16·0	15·0
„ „ „ „ 2·5 „	24·0	23·0	gebrochen
„ „ „ „ 3·0 „	35·0	33·0	—
„ „ „ „ 3·5 „	48·0	gebrochen	—
„ „ „ „ 4·0 „	48·0 gebrochen	—	—

Proben auf Druck:

Nummer des Gusses	41	35	45
Phosphorgehalt in Procenten	0·247	0·273	0·398
Ungehärtet:			
Belastung der Cylinder von 10 Millim. Durchmesser und 10 Millim. Höhe in Kilogr.	32.000	32.000	32.000
Höhe vor dem Zusammendrücken in Millim.	10·10	10·05	10·05
Höhe nach dem Zusammendrücken in Millim.	3·85	4·25	4·20
Verhältniss zwischen beiden Höhen	2·63	2·35	2·38
Gehärtet in Oel:			
Belastung der Cylinder in Kilogramm	28.500	32.000	32.000
Höhe vor dem Zusammendrücken in Millim.	10·12	10·02	10·05
Höhe nach dem Zusammendrücken in Millim.	6·02	9·60	9·07
Verhältniss zwischen beiden Höhen	1·68	1·04	1·13

Proben auf Zug.

Nummer des Gusses / Phosphorgehalt in Procenten	41 / 0·247				35 / 0·273				45 / 0·398			
	Elasticitätsgrenze	Bruchbelastung auf den Querschnitt: anfänglichen	Bruchbelastung auf den Querschnitt: schliesslichen	Verlängerung	Elasticitätsgrenze	Bruchbelastung auf den Querschnitt: anfänglichen	Bruchbelastung auf den Querschnitt: schliesslichen	Verlängerung	Elasticitätsgrenze	Bruchbelastung auf den Querschnitt: anfänglichen	Bruchbelastung auf den Querschnitt: schliesslichen	Verlängerung
	Kilogramm pro Quadrat-Millimeter			Procent	Kilogramm pro Quadrat-Millimeter			Procent	Kilogramm pro Quadrat-Millimeter			Procent
Ungehärtet:												
Stab von 14 Millimeter Durchmesser und 100 Millimeter Länge . . .	33·0	56·0	114·0	26·2	33·8	55·9	124·0	23·5	36·7	61·3	112·5	22·2
Stab von 20 Millimeter Durchmesser und 200 Millimeter Länge . . .	33·4	55·2	105·8	23·5	36·2	56·2	131·0	24·0	37·8	59·7	128·8	25·3
Verlängerung, berechnet auf 100 Millimeter Länge	—	—	—	28·0	—	—	—	30·5	—	—	—	31·5
Gehärtet in Oel:												
Stab von 14 Millimeter Durchmesser und 100 Millimeter Länge . . .	54·1	83·0	138·0	10·5	55·8	81·0	125·0	10·2	60·1	90·5	106·5	5·0
Stab von 20 Millimeter Durchmesser und 200 Millimeter Länge . . .	41·2	71·5	130·0	13·0	42·0	76·5	135·0	13·3	44·2	80·0	103·8	gebrochen vor der Marke
Verlängerung, berechnet auf 100 Millimeter Länge	—	—	—	17·0	—	—	—	17·75	—	—	—	—

In ähnlicher Weise kann man aus dieser dritten Reihe von Versuchen mit Stahl von wechselndem Gehalte an Phosphor folgende Schlüsse ziehen.

13. Es scheint, dass Phosphor die physikalischen Eigenschaften nicht wesentlich alterirt, wenn er einem Stahl von guter und weicher Qualität zugesetzt wird.

Die Erfahrungen, welche auf den Hütten zu Terre-Noire gemacht wurden, haben jedoch gezeigt, dass es, will man Phosphor in den Stahl einführen, zur absoluten Nothwendigkeit wird, den Kohlenstoff zu eliminiren. Da aber die nahezu vollkommene Abscheidung von Kohlenstoff nur bei Zusatz von manganreichem Roheisen (Rohmangan) gelingt, so ist es unvermeidlich, dass sogenannter Phosphorstahl eine gewisse Menge von Mangan enthalte.

Aus diesem Grunde muss man die Stahlsorten mit wechselndem Gehalt an Phosphor mit den Proben des manganhältigen Stahls vergleichen. Wenn man von dem Gehalt an Phosphor absieht, so stehen in Beziehung auf chemische Zusammensetzung die beiden Güsse Nr. 41 und 26 am nächsten. Die Zusammensetzung derselben ist folgende:

	Nr. 26	Nr. 41
Kohlenstoff	0·450	0·310
Mangan	0·521	0·746
Phosphor	0·067	0·273
Silicium	Spur	Spur
Schwefel	„	„

Der höhere Gehalt an Mangan dürfte in Nr. 41 den Mangel an Kohlenstoff ersetzen.

14. Der Vergleich der mit diesen beiden Proben in Bezug auf Biegung, Schlag, Zug und Druck erhaltenen Resultate zeigt, dass in der That eine sehr grosse Analogie zwischen der Einwirkung beider Körper — Kohlenstoff und Phosphor — vorhanden ist. Hervorgehoben muss jedoch werden, dass die Elasticitätsgrenze beim Phosphorstahl viel höher liegt, dass die Einbiegung bei den Biegungs- und Schlagproben geringer ist, dass aber auch die Bruchfestigkeit, u. zw. vorzüglich bei den Schlagproben, eine geringere ist.

15. Der Guss Nr. 45, dessen Gehalt an Phosphor nicht unbedeutend höher ist, zeigt eine noch höher liegende Elasticitäts- und Bruchgrenze als die Güsse Nr. 41 und 35, ohne dass die Dehnung eine wesentlich geringere ist.

In Beziehung auf den Schlag ist jedoch die Bruchgrenze bedeutend niederer.

Man kann daher sagen, dass die Anwesenheit von Phosphor im Stahl die Elasticitätsgrenze hinaufrückt, die Steifigkeit vermehrt, hingegen die Widerstandsfähigkeit gegen Schlag vermindert.

16. Die Fähigkeit, Härtung anzunehmen, scheint durch die Gegenwart von Phosphor nicht wesentlich vermindert zu werden. Die vergleichenden Resultate der beiden Güsse Nr. 41 und 26 scheinen in dieser Richtung übereinzustimmen.

Die Resultate des Gusses Nr. 45 scheinen hingegen anzudeuten, dass eine Vermehrung des Gehaltes an Phosphor auch eine Vermehrung der Wirkung der Härtung hervorbringt.

17. Die Versuche bezüglich der Compression zeigen ebenfalls eine Vermehrung der Härte und stimmen somit mit den Resultaten der Versuche auf Biegung und Zug überein.

Die Härtung in Oel machte die Stäbe in Beziehung auf Druck viel widerstandsfähiger.

6. Studien über die ununterbrochene Reihe von Roheisen, Roheisen-Stahlguss (Métal mixte) und blasenfreiem Stahlguss.

Als man mit Hilfe des Bessemer- und Siemens-Martin-Processes leicht grosse Massen geschmolzenen Stahls zu erzeugen in der Lage war, wurde auch die Frage, Façonstahlguss verlässlich herstellen zu können, allseitig ventilirt.

Die Hütten der Gesellschaft von Terre-Noire beschäftigen sich seit 1869 mit der Lösung dieser Frage und waren so glücklich, ein sehr gutes Resultat zu erreichen.

Bei der Erzeugung von Stahl im Siemens-Martin-Ofen schlägt man gewöhnlich den Weg ein, dass man in einem Roheisenbade schon entkohlte Materialien, wie Eisen oder Stahl, auflöst, um dadurch allmälig den Gehalt an Kohlenstoff im Roheisen zu vermindern, und durch schliesslichen Zusatz von manganreichen oder anderen Eisenlegirungen Stahl von der verlangten Qualität zu erhalten. Da man den Process jeden Augenblick unterbrechen kann, so ist es möglich, eine ununterbrochene Reihe von Producten des gekohlten Eisens und zwar vom grauesten Roheisen bis zum weichsten Stahl zu erhalten.

Es ist aber sehr schwer, die verschiedenen Nuancen ohne Blasen im Guss zu erzeugen.

Bei allen früher in Anwendung stehenden Methoden war es unmöglich, die Entwicklung von Kohlenoxydgas zu verhindern, sobald man einen gewissen Grad der Entkohlung erreicht hatte, weshalb der Guss voll Blasen, und die Anwendung des Metalles zur Erzeugung von Façonguss nicht thunlich war.

Seitdem es aber in Terre-Noire gelungen, die Silicium-Eisen-Mangan-Legirungen (Eisen-Mangansilicid) im Grossen darzustellen, ist man im Stande, blasenfreien Guss aus den Bessemer-Convertern und Siemens-Martin-Oefen zu erhalten.

Auch nur dadurch war man im Stande, eine vergleichende Studie über die physikalischen Eigenschaften der vollständigen Reihe von Producten durchzuführen, da dieselben blasenfrei hergestellt werden konnten.

Diese eben erwähnte Serie musste aber behufs des eingehenden Studiums in zwei scharf von einander geschiedene Partien getrennt werden.

Zur ersten Partie gehören jene Producte, welche sich nach ihren physikalischen Eigenschaften den Roheisensorten nähern und gewöhnlich mit dem Namen Roheisen und Roheisen-Stahlguss (dem Métal mixte der Franzosen) bezeichnet werden.

Zur zweiten Partie gehören alle Erzeugnisse, deren Eigenschaften mit jenen des Stahls übereinstimmen, und welche mit dem Namen blasenfreier Stahlguss bezeichnet werden.

Roheisen und Roheisen-Stahlguss (Fontes et Métal mixte).

Die Probestücke für diese Reihe von Untersuchungen wurden folgenden Proben unterworfen:

Für die Biegungsproben wurden quadratische Probestangen von 1·2 Meter Länge und 120 Millimeter Seitenlänge gegossen und dann genau quadratisch auf 100 Millimeter Seitenlänge abgehobelt.

Die Stäbe wurden auf 1 Meter Länge unterlegt und der Druck mittelst einer hydraulischen Presse gegeben.

Den Schlagproben wurden ähnliche Stäbe unterworfen. Die Unterlage hatte ein Gewicht von 10.000 Kilogramm, der Fallblock von 100 Kilogramm und wurde mit einer Fallhöhe von 0·40 Meter begonnen und dieselbe nach jedem Schlage um 0·2 Meter vermehrt.

Die Zugproben wurden wieder mit Stäben von 14 Millimeter Durchmesser und 100 Millimeter Länge, sowie mit solchen von 20 Millimeter Durchmesser und 200 Millimeter Länge ausgeführt.

Die Proben auf Druck wurden ebenfalls wieder in den Werkstätten von Nevers mit Cylindern von 10 Millimeter Höhe und gleichem Durchmesser ausgeführt.

Die chemische Zusammensetzung der Probestäbe, sowie die bei Untersuchung derselben erzielten Resultate sind in folgender Tabelle enthalten:

Nummer des Gusses	156	164	192	256	233	265	404
Chem. Zusammensetzung:							
Gehalt an Kohlenstoff . . .	3·425	3·351	2·900	2·425	2·150	2·000	1·530
„ „ Silicium	3·540	1·000	0·990	0·938	0·700	0·722	0·730
„ „ Mangan	0·120	Spur	Spur	0·145	0·180	0·147	0·160
„ „ Schwefel	0·040	„	„	Spur	0·035	Spur	Spur
„ „ Phosphor	0·125	0·092	0·087	0·091	0·085	0·108	0·112
Biegungsproben:							
Der Bruch erfolgte bei einer Belastung von Kilogramm .	13.000	15.000	19.500	24.500	29.000	—	30.500
Schlagproben:							
Der Bruch erfolgte bei einer Fallhöhe des Blockes von 100 Kilogramm in Meter . . .	0·60	0·80	1·30	1·60	1·75	—	1·50
Proben auf Zug:							
Bruchbelastung pro Quadrat-Millimeter in Kilogramm:							
Stab von 14 Millimeter Durchmesser und 100 Millim. Länge	7·15	8·85	14·50	18·60	22·30	—	24·80
Stab von 20 Millimeter Durchmesser und 200 Millim. Länge	8·00	9·52	15·70	20·70	24·70	—	26·70
Nach erfolgtem Anglühen hatte ein:							
Stab von 14 Millimeter Durchmesser und 100 Millim. Länge	—	—	—	—	—	—	42·8
Stab von 14 Millimeter Durchmesser und 100 Millim. Länge	—	—	—	—	—	—	38·7
Proben auf Druck:							
Belastung in Kilogramm, bei welcher die Probestangen zusammengedrückt waren . .	3230	5080	7824	9083	12.550	—	17.500
Höhe vor dem Zusammendrücken in Millimeter . . .	9·95	9·96	9·93	9·93	10·85	—	10·58
Höhe nach dem Zusammendrücken in Millimeter . . .	zerdrückt			7·13	8·23	—	8·86
Verhältniss zwischen beiden Höhen	—	—	—	1·38	1·32	—	1·19

Aus dieser Versuchsreihe lassen sich folgende Schlüsse ableiten:

1. Enthält ein Roheisen eine grosse Menge von Silicium, so werden die verschiedenen Eigenschaften wesentlich alterirt, wie aus den Resultaten mit den Materialien der Güsse Nr. 156 und 164 zu entnehmen ist. Nr. 156 enthält an Silicium 3·54, hingegen Nr. 164 nur 1 Procent.

Das Materiale des Gusses Nr. 156 zeigt bei allen Proben eine geringere Festigkeit.

2. Sobald das Silicium abgeschieden ist, hat die Verminderung des Gehaltes an Kohlenstoff eine Vermehrung der Widerstandsfähigkeit zur Folge, wie aus der vorhergehenden Tabelle zu ersehen.

3. Das Härten durch Guss in Coquillen (welches bei separaten Probegüssen ausgeführt wurde) erfolgt um so energischer, je höher der Gehalt an Kohlenstoff ist. Da man solche Gussstücke nicht bearbeiten kann, ist es unmöglich, sie den einzelnen Proben zu unterziehen.

4. Dem Bruchaussehen nach waren die in Sand und Coquille gegossenen Stücke bei Nr. 265 nahe gleich. Die Erscheinung des Härtens durch Giessen in Coquillen verschwindet, wenn die Schmiedbarkeit aufzutreten beginnt. Die Materialien der Güsse Nr. 265 und 404 konnten schon mit Vorsicht abgeschmiedet werden; man nähert sich allmälig dem Stahl.

5. An den aus dem Materiale des Gusses Nr. 404 hergestellten Probestangen konnte eine wesentliche Veränderung durch ein einfaches Ausglühen bewerkstelligt werden. Es konnte die Widerstandsfähigkeit auf Zug von 24·8 und 26·7 Kilogramm auf 38·7, respective 42·8 Kilogramm vermehrt werden. Dies ist ein neuer Beweis, dass ein Materiale mit einem Gehalt von 1·53 Procent Kohlenstoff schon als Stahl zu classificiren ist.

6. Als allgemeiner Charakter dieser Gruppe von Güssen kann aber auch angesehen werden, dass die Materialien bei den verschiedenen Proben zum Bruch kommen, ohne eine Dehnung zu zeigen. Ausserdem sind die Resultate der Proben, wenn man sie mehrmals wiederholt, unsicher und ungleichförmig. Zweifelsohne zeigen in diesen Güssen die Metalle eine unvollständige Krystallisation und die Molecüle derselben eine ungenügende Cohäsion.

7. Betrachtet man jedoch die Materialien der Güsse Nr. 164, 192 und 256 als Roheisen, so hat man es mit einem Roheisen vorzüglicher Qualität zu thun.

Man könnte daher aus diesen Versuchsreihen den Schluss ziehen, dass es möglich ist, ein Gussroheisen zu erhalten, welches viel höhere Garantien bezüglich der Festigkeit bietet, als das bis nun angewendete, wenn man mit grosser Sorgfalt die richtige chemische Zusammensetzung einhält.

Blasenfreier Stahlguss.

Aciers coulés sans soufflures.

Um die Eigenschaften des blasenfreien Gussstahls zu studiren, wurden vier Güsse hergestellt, welche der Hauptsache nach nur dadurch verschieden sind, dass sie einen verschiedenen Gehalt an Kohlenstoff zeigen. Mit diesem Materiale wurden dieselben Proben, wie mit den geschmiedeten und gewalzten Stahlsorten ausgeführt, und erscheinen dieselben bereits auf Seite 67 angeführt.

Ausser diesen Proben wurden aber noch Schlagproben mit Stäben von 30 Millimeter im Quadrat, wie dieselben von der Artillerie vorgeschrieben sind, ausgeführt. Die Stäbe werden auf eine Entfernung von 16 Centimeter auf einer 800 Kilogramm schweren Unterlage aufgelegt. Der Fallblock hat ein Gewicht von 18 Kilogramm. Begonnen wird mit einer Fallhöhe von 0·5 Meter und wird dieselbe nach jedem Schlag um 5 Centimeter vermehrt, bis der Bruch erfolgt.

Die chemische Zusammensetzung der untersuchten blasenfreien Stahlgüsse ist folgende:

Nummer des Gusses	152	148	144	140
Gehalt in Procenten an:				
Kohlenstoff	0·875	0·750	0·459	0·287
Silicium	0·322	0·163	0·221	0·233
Mangan	0·772	0·672	0·670	0·693
Phosphor	0·085	0·097	0·078	0·076
Schwefel	Spur	Spur	Spur	Spur

Biegungsproben mit blasenfreiem nicht geschmiedeten Stahlguss.

Nummer des Gusses . .	152		148		144		140	
Kohlenstoffgehalt in Proc.	0·875		0·750		0·459		0·287	
	Biegung in Millimeter							
	während der Belastung	bleibend	während der Belastung	bleibend	während der Belastung	bleibend	während der Belastung	bleibend
Ungehärtet:								
Bei einer Belastung von								
10.000 Kilogramm	0·2	0·0	0·5	0·0	0·5	0·0	0·8	0·0
15.000 „	0·8	0·0	1·2	0·0	1·2	0·0	1·5	0·0
20.000 „	1·3	0·0	2·1	0·0	2·5	0·0	3·3	1·1
25.000 „	1·9	0·0	3·0	1·0	3·7	1·0	4·5	2·0
30.000 „	2·8	1·0	5·7	2·0	6·2	3·0	8·0	5·0
40.000 „	—	—	—	—	—	—	12·0	7·0
50.000 „	—	—	—	—	—	—	—	—
60.000 „	—	—	—	—	—	—	—	—
70.000 „	—	—	—	—	—	—	—	—
80.000 „	—	—	—	—	—	—	—	—
Der Bruch erfolgte bei einer Belastung von Kilogramm	33.000		36.000		37.000		44.000	
Gehärtet in Oel:								
Bei einer Belastung von								
10.000 Kilogramm	1·1	0·0	1·0	0·0	1·2	0·0	1·4	0·0
15.000 „	1·7	0·0	1·7	0·0	1·8	0·0	1·9	0·0
20.000 „	2·3	0·0	2·3	0·0	2·4	0·0	2·6	0·1
25.000 „	2·8	0·0	2·9	0·0	3·1	0·1	3·3	0·2
30.000 „	3·6	0·1	4·1	0·5	4·4	0·7	4·5	0.8
40.000 „	7·0	1·8	16 2	10·6	—	36·0	—	55·0
50.000 „	15·6	8·6	—	33·0	—	92·0	—	140·0
60.000 „	—	—	—	63·0	—	175·0	—	—
70.000 „	—	—	—	105·0	—	—	—	—
80.000 „	—	—	—	—	—	—	—	—
Der Bruch erfolgte bei einer Belastung von Kilogramm	59.000		nicht gebrochen bei 79.000		nicht gebrochen bei 64.000		nicht gebrochen bei 55.000	

Schlagproben mit blasenfreiem nicht geschmiedeten Stahlguss.

Nummer des Gusses	152	148	144	140
Kohlenstoffgehalt in Procenten .	0·875	0·750	0·459	0·287
	Durchbiegung in Millimeter			
I. Gewöhnliche Schlagprobe mit Stäben von 100 Millimeter Seitenlänge.				
Ungehärtet:				
Bei einer Fallhöhe von 0·5 Meter	0·0	0·0	0·0	0·0
„ „ „ „ 1·0 „	gebrochen	2·0	3·0	1·0
„ „ „ „ 1·5 „	—	gebrochen	gebrochen	2·0
„ „ „ „ 2·0 „	—	—	—	6·0
„ „ „ „ 2·5 „	—	—	—	gebrochen
„ „ „ „ 3·0 „	—	—	—	—
„ „ „ „ 3·5 „	—	—	—	—
„ „ „ „ 4·0 „	—	—	—	—
Gehärtet in Oel:				
Bei einer Fallhöhe von 0·5 Meter	0·0	0·0	0·0	0·0
„ „ „ „ 1·0 „	0·0	0·5	1·0	1·0
„ „ „ „ 1·5 „	1·0	2·0	10·0	10·0
„ „ „ „ 2·0 „	5·0	6·0	14·0	18·0
„ „ „ „ 2·5 „	gebrochen	11·0	20·0	26·0
„ „ „ „ 3·0 „	—	16·0	29·0	38·0
„ „ „ „ 3·5 „	—	21·0	38·0	48·0
„ „ „ „ 4·0 „	—	gebrochen	51·0	58·0
			nicht gebrochen	
II. Schlagprobe mit Stäben von 30 Millimeter Seitenlänge.				
Ungehärtet:				
Bei einer Fallhöhe von 0·5 Meter	0·0	0·0	0·5	0·5
„ „ „ „ 0·6 „	0·4	0·6	2·0	2·6
„ „ „ „ 0·7 „	gebrochen	2·2	2·8	4·0
„ „ „ „ 0·8 „	—	2·8	3·5	6·2
„ „ „ „ 0·9 „	—	gebrochen	gebrochen	9·0
„ „ „ „ 1·0 „	—	—	—	11·0
„ „ „ „ 1·1 „	—	—	—	13·8
„ „ „ „ 1·2 „	—	—	—	gebrochen
Gehärtet in Oel:				
Bei einer Fallhöhe von 0·5 Meter	0·0	0·4	0·5	1·0
„ „ „ „ 0·6 „	0·5	1·3	2·0	2·5
„ „ „ „ 0·7 „	1·0	2·2	3·5	5·0
„ „ „ „ 0·8 „	1·5	3·0	5·0	7·0
„ „ „ „ 0·9 „	2·0	3·8	7·0	9·0
„ „ „ „ 1·0 „	2·4	5·0	8·7	11·7
„ „ „ „ 1·25 „	2·9	7·3	13·7	18·8
„ „ „ „ 1·50 „	gebrochen	11·0	20·0	27·5
„ „ „ „ 1·75 „	—	gebrochen	23·0	35·0
„ „ „ „ 2·00 „	—	—	gebrochen	41·0
„ „ „ „ 2·25 „	—	—	—	45·0
				gebrochen

Proben auf Zug mit ungeschmiedetem blasenfreien Stahlguss.

Nummer des Gusses	152				148				144				140			
Kohlenstoffgehalt in Procenten .	0.875				0·750				0·459				0·287			
	Elasticitätsgrenze	Bruchbelastung auf den Querschnitt: anfänglichen	Bruchbelastung auf den Querschnitt: schliesslichen	Verlängerung	Elasticitätsgrenze	Bruchbelastung auf den Querschnitt: anfänglichen	Bruchbelastung auf den Querschnitt: schliesslichen	Verlängerung	Elasticitätsgrenze	Bruchbelastung auf den Querschnitt: anfänglichen	Bruchbelastung auf den Querschnitt: schliesslichen	Verlängerung	Elasticitätsgrenze	Bruchbelastung auf den Querschnitt: anfänglichen	Bruchbelastung auf den Querschnitt: schliesslichen	Verlängerung
	in Kilogramm pro Quadrat-Millimeter			Procent	in Kilogramm pro Quadrat-Millimeter			Procent	in Kilogramm pro Quadrat-Millimeter			Procent	in Kilogramm pro Quadrat-Millimeter			Procent
Ungehärtet:																
Stab von 14 Millimeter Durchmesser u. 100 Millimeter Länge	39·2	64·5	—	1·5	30·5	64·2	67·2	3·5	26·5	43·3	45·3	3·0	21·0	44·7	50·4	8·8
Stab von 20 Millimeter Durchmesser u. 200 Millimeter Länge	37·8	60·5	—	1·4	34·7	62·3	64·5	3·1	25·2	52·2	53·0	3·5	20·7	45·7	46·9	8·8
Verlängerung, berechnet auf 100 Millimeter Länge	—	—	—	—	—	—	—	3·8	—	—	—	4·2	—	—	—	9·1
Geh. in Oel und ausgeglüht:																
Stab von 14 Millimeter Durchmesser u. 100 Millimeter Länge	46·0	82·6	86·3	3·5	35·8	74·2	82·5	14·3	33·5	55·5	75·8	19·2	31·6	51 8	80·6	24·6
Stab von 20 Millimeter Durchmesser u. 200 Millimeter Länge	47·8	82·4	85·0	3·0	36·3	72·3	81·1	9·4	30·3	56·0	73·1	16·9	28·1	49·3	77·5	21·4
Verlängerung, berechnet auf 100 Millimeter Länge	—	—	—	3·0	—	—	—	10·0	—	—	—	19·8	—	—	—	25·3

Proben auf Druck mit ungeschmiedetem blasenfreien Stahlguss.

Nummer des Gusses	152	148	144	140
Kohlenstoffgehalt in Procenten . . .	0·875	0·750	0·459	0·287
Gehärtet in Oel u. ausgeglüht:				
Belastung der Probecylinder in Kilogramm	32.000	32.000	32.000	32.000
Höhe vor dem Zusammendrücken in Millimeter	10·0	10·0	10·15	10·0
Höhe nach dem Zusammendrücken in Millimeter	4·72	4·25	3·80	3·40
Verhältniss zwischen beiden Höhen .	2·13	2·35	2·65	2·90
Gehärtet in Oel:				
Belastung der Probecylinder in Kilogramm	32.000	32.000	32.000	32·000
Höhe vor dem Zusammendrücken in Millimeter	10·05	10·00	10·45	10·15
Höhe nach dem Zusammendrücken in Millimeter	9·95	9·80	4·70	4·55
Verhältniss zwischen beiden Höhen .	1·02	1·03	2·22	2·25

An die Resultate dieser Proben lassen sich folgende Betrachtungen knüpfen:

8. Geht man von dem Gusse Nr. 152 aus, so findet man schon dem Aussehen nach eine sehr bedeutende Veränderung. Würde man selbst zwischen die beiden Güsse Nr. 404 und 152 ein Mittelglied einschalten, so würde dieser grosse Unterschied noch immer bemerkbar werden.

9. Noch auffallender als der Unterschied dem äusseren Ansehen nach und von viel grösserer Wichtigkeit ist die Eigenschaft, durch das Härten verändert zu werden.

Die Widerstandsfähigkeit bei den Proben auf Biegung, Schlag, Druck und Zug wird durch den Härteprocess im Allgemeinen verdoppelt.

Die Fähigkeit, sich zu dehnen, beim Zug sich zu verlängern, welche das Materiale unmittelbar nach dem Gusse beinahe gar nicht zeigt, ist bei jenen Stücken, welche durch den Härteprocess (aufeinanderfolgendes Härten und Ausglühen) verändert wurden, sehr beträchtlich.

Die Elasticitätsgrenze wird bedeutend hinaufgerückt.

Endlich wird durch das Härten das Bruchansehen wesentlich geändert, das grob krystallinische Gefüge wird feinkörnig und amorph.

10. Vergleicht man die beiden letzten Serien von Versuchen, so sieht man deutlich, dass die Fähigkeit, durch Härtung eine Veränderung zu erleiden, dem Metalle erst dann zukommt, wenn dasselbe als Stahl angesprochen werden kann, wodurch die ganze Reihe des gekohlten Eisens in zwei wesentlich von einander getrennte Gruppen getheilt wird.

Vergleicht man hingegen die ganze Reihe von gekohltem Eisen im rohen ungehärteten Zustande, so geben die erhaltenen Resultate in der That eine ununterbrochene Reihenfolge. Man sieht dies am deutlichsten bei den Versuchen über Belastung mit Stäben von 100 Millimeter Quadrat. Der Stab des Gusses Nr. 404 ist bei einer Belastung von 30.500 Kilogramm gebrochen und jener des Gusses Nr. 152 erst bei 33.000, wodurch die Continuität zwischen beiden Gruppen dieser Reihe hergestellt erscheint.

Bei den Schlagproben ist das Materiale des Gusses Nr. 233 nach einer Anzahl von Schlägen mit einem Fallblocke von 100 Kilogramm auf 1·75 Meter Fallhöhe gebrochen, während das Materiale des Gusses Nr. 152 mit einem Fallblock von 300 Kilogramm auf 1 Meter Fallhöhe gebrochen wurde. Es ist daher immerhin noch leicht anzunehmen, dass die Materialien dieser beiden Güsse, wenn sie gleichen Proben auf Schlag unterworfen würden, übereinstimmende Resultate gäben.

In Beziehung auf die Zugproben zeigten sich aber zwischen den Materialien beider Gruppen die grössten Verschiedenheiten. Es hängt dies ohne Zweifel theilweise mit der Schwierigkeit zusammen, von einem geschmolzenen, mehr oder weniger porösen Metalle kleine, vollkommen fehlerfreie Stäbchen zu erhalten. Es können aber auch bis jetzt noch unbekannte Thatsachen, welche erst durch eine längere Reihe von Versuchen festgestellt werden können, einwirken.

Gegenwärtig kann man aber auch schon auf eine gewisse Continuität in der allgemeinen Reihe schliessen, zu gleicher Zeit aber constatiren, dass in dem Momente, in welchem man das Materiale als Stahl ansprechen kann, ein wesentlicher Unterschied bemerkbar wird, der darin besteht, dass durch Härten eine

bedeutende Umänderung in den physikalischen Eigenschaften bewerkstelligt wird.

11. Der Stahlguss ohne Blasen besitzt daher im gehärteten und ausgeglühten Zustande alle jene Eigenschaften, welche früher beim geschmiedeten und gewalzten Stahl gefunden wurden.

Die Widerstandsfähigkeit sowie die Verlängerung (Dehnung) wechseln, wie schon früher gezeigt, auch hier mit dem Gehalt an Kohlenstoff und Mangan.

Vergleicht man die Materialien der beiden Güsse Nr. 66 (geschmiedet) und Nr. 144 (gegossen ohne Blasen, jedoch gehärtet und ausgeglüht), so erhält man folgende Zahlen:

	Nr. 66	Nr. 144
	In Kilogr. pro Quadrat-Millim.	
Elasticitätsgrenze	26·00	33·5
Bruchbelastung auf den ursprünglichen Querschnitt	48·80	55·5
Bruchbelastung auf den schliesslichen Querschnitt	73·40	75·8
Verlängerung in Procenten	24·00	19·2

Wenn man berücksichtigt, dass beide Materialien nahezu den gleichen Kohlenstoffgehalt haben, Nr. 66 hingegen weniger Mangan und zwar nur 0·200 statt 0·670 Procent hat, so wird man es begreiflich finden, dass Nr. 144 eine höhere Elasticitätsgrenze und eine geringere Dehnung zeigt, weil man aus der früher angeführten Versuchsreihe den Einfluss des Mangans auf den Stahl kennt.

Es erscheint daher die Qualität des blasenfreien Stahlgusses, wenn derselbe gehärtet und ausgeglüht wird, gleich jener des geschmiedeten Stahles.

12. Aus dem Vorhergehenden kann man ersehen, dass es möglich ist, durch die einfache Arbeit des Giessens einen Stahl zu erhalten, welcher alle Eigenschaften des geschmiedeten Stahls hat. Man kann daher folgenden Grundsatz aufstellen:

Alle physikalischen Eigenschaften des Stahls hängen von dessen chemischer Zusammensetzung ab. Die mechanische Bearbeitung durch Schmieden und Walzen ist nicht nothwendig, um die Eigenschaften desselben hervortreten zu machen. Blasenfreier Stahlguss, fehlerfrei hergestellt, entsprechend gehärtet und ausgeglüht, erhält einen vollkommen entsprechenden molecularen Zustand.

Auf Grund dieser und einer langen Reihe früher ausgeführter Versuche hat die Compagnie des Fonderies et Forges de Terre-Noire, La Voulte et Besseges die Erzeugung von blasenfreiem Stahlguss in ihrer Hütte zu Terre-Noire als eine Specialität eingeführt und in der That Ausstellungs-Objecte geliefert, welche allgemeine Anerkennung fanden.

Besonders hervorzuheben waren Projectile, ganze, sowie Bruchstücke, welche bei bedeutenden Dimensionen die vollkommene Umwandlung der Textur durch Härten und Ausglühen zeigten.

Ebenso waren Kanonenrohre, welche bereits von Commissionen der Artillerie zu Ruelle und Bourges versucht wurden, ausgestellt.

Die Resultate, welche mit diesen nicht geschmiedeten Rohren erzielt wurden, waren folgende:

Ein Rohr von 14 Centimeter Bohrung wurde von einer Commission der Marine-Artillerie zu Ruelle versucht. Man machte 100 Schuss mit einer Pulverladung von 4·2 bis 4·9 Kilogramm und mit Projectilen von 18·65 bis 21 Kilogramm, wobei keine grösseren Deformationen im Innern des Rohres constatirt wurden, als dieselben unter den gleichen Bedingungen in geschmiedeten Rohren zu finden sind.

Die zu Nevers mit Stäben von 14 Millimeter Durchmesser und 100 Millimeter Länge ausgeführten Festigkeitsproben ergaben folgende Resultate:

	Gehärtetes Metall	Gehärtet u. ausgeglüht
Elasticitätsgrenze pro Quadrat-Millim.	45·87 Kilogramm	32·01 Kilogramm
Bruchbelastung pro Quadrat-Millimeter	64·85 „	55·32 „
Verlängerung	4·8 Procent	13·00 Procent

Die den Schlagproben unterworfenen Stäbe von 30 Millimeter Seitenlänge haben einem Schlage des 18 Kilogramm schweren Fallblockes aus einer Höhe von 2·35 Meter widerstanden.

Ein anderes Rohr wurde mit Schraubenbolzen so verschlossen, dass nur eine kleine Oeffnung für den Austritt der Gase vorhanden war, und hierauf allmälig mit Ladungen von 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100 und 1200 Gramm Pulver versucht.

Die Deformation oder Vermehrung des inneren Durchmessers betrug:

4·7 Millimeter bei einer Ladung von 1000 Gramm Pulver
7·5 „ „ „ „ „ 1100 „ „
8·8 „ „ „ „ „ 1200 „ „

Die Festigkeitsproben ergaben als Mittel von vier Proben:

Für die Elasticitätsgrenze 25·50 Kilogramm pro Quadrat-Millimeter
„ „ Bruchgrenze 48·05 „ „ „

sowie eine Dehnung von 21·11 Procenten.

Ein drittes Rohr, aus etwas härterem Materiale, zeigte bei den früher angeführten Proben eine Erweiterung des Durchmessers um

3·2 Millimeter bei einer Ladung von 1000 Gramm Pulver
3·3 „ „ „ „ „ 1100 „ „
7·5 „ „ „ „ „ 1200 „ „

Im Mittel von vier Festigkeitsproben war die Elasticitätsgrenze bei 31·45, die Bruchgrenze bei 54·37 Kilogramm pro Quadrat-Millimeter erreicht, wobei die Verlängerung 13·72 Procent betrug.

Gebrochene Platten von mehr als 20 Centimeter Dicke zeigten, dass die moleculare Umwandlung durch den Härteprocess bis in das Innere vollkommen gelungen ist, und geht man gegenwärtig damit um, versuchsweise eine Panzerplatte auf diese Weise herzustellen.

Grosse Fretten, sowie andere Gussstücke zeigten, dass die Hütte den Process anscheinend vollkommen in der Hand habe.

Auf den Process zur Herstellung dieser Güsse näher einzugehen, würde einerseits zu weit führen, andererseits ist derselbe schon so häufig Gegenstand der Besprechung in der Literatur gewesen, dass ich dies für überflüssig halte, weshalb ich mich darauf beschränken will, Andeutungen über einige Momente beizufügen, welche bei der Ausführung von besonderer Wichtigkeit sind.

Hat man in einem Siemens-Martin- oder in einem anderen Ofen ein nahezu entkohltes Metallbad hergestellt, so ist es von grösster Wichtigkeit, die richtige Menge von Kohlenstoff, Mangan

und Silicium durch Zusatz von Eisen-Mangan-Silicium in das Metallbad zu bringen. Ist die Menge des zugesetzten Siliciums zu gering, so erhält man ein nicht vollkommen blasenfreies Schlussproduct; ist hingegen die Menge von Silicium zu gross, so erhält man ein Product, welches brüchiger ist, als es seiner übrigen chemischen Zusammensetzung nach sein sollte. Man findet im Schlussproducte nie genau die Menge von Kohlenstoff, Mangan, Silicium und Phosphor, welche in Folge des Zusatzes von Ferromangan oder Silicium-Eisen hätten vorhanden sein sollen, weil die Zusammensetzung des sogenannten entkohlten Metallbades nicht genau bekannt war und dieselbe auch nicht immer gleich eingehalten werden kann. Die diesbezüglich ausgeführten directen Versuche haben folgende Resultate gegeben:

Wenn auf 1000 Kilogramm des Metallbades durch Zusatz von Ferromangan in dasselbe gebracht wurden:

Mangan	Kohlenstoff
Kilogramm	
3·08	0·25
3·20	0·26
4·37	3·00
5·38	6·20
8·65	9·60
10·00	12·80
6·40	13·90

so fand man im Schlussproducte:

Mangan	Kohlenstoff
in Procenten	
0·213	0·150
0·200	0·170
0·200	0·490
0·266	0·809
0·266	0·875
0·266	1·000
0·200	1·400

Man kann aus diesen Zahlen ersehen, dass die Entkohlung in nahe allen Fällen keine vollständige war, aber ungeachtet dessen vermuthlich Eisenoxydate aufgelöst waren, welche eine rasche Oxydation eines Theiles des Mangans veranlassten.

Aus einer zweiten derartigen Reihe kann man ersehen, inwieweit die Abscheidung des Siliciums erfolgt.

Wurden auf 1000 Kilogramm des Metallbades durch Zusatz von Silicium-Roheisen in dasselbe gebracht:

Mangan	Kohlenstoff	Silicium
Kilogramm		
10·45	1·14	2·23
12·35	3·25	2·32
15·00	7·05	2·33
17·25	10·60	2·28

so fand man im Schlussproducte:

Mangan	Kohlenstoff	Silicium
in Procenten		
0·693	0·287	0·237
0·670	0·459	0·221
0·672	0·750	0·163
0·772	0·875	0·322

Man ersieht aus dieser Reihe, dass nicht immer gleiche Mengen von Silicium abgeschieden wurden, dass sogar in dem letzten Falle im Schlussproducte mehr Silicium gefunden als zugesetzt wurde, was darauf hinzudeuten scheint, dass in dem sogenannten entkohlten Metallbade noch geringe Mengen von Silicium vorhanden waren. Von der zugesetzten Phosphormenge wird nach den durchgeführten Versuchen nichts abgeschieden.

Was den Process des Härtens und Nachlassens (Ausglühens) anbelangt, so hat man die Erfahrung gemacht, dass das Härten in Wasser energischer wirkt, dass die Stücke aber leichter springen. Dies der Grund, warum man es ungeachtet der grösseren Kosten vorzieht, in Oel zu härten. Bei welcher Temperatur gehärtet und wieder ausgeglüht werden muss, hängt von der chemischen Zusammensetzung, von dem Verhältniss zwischen Tragfähigkeit und Dehnbarkeit, welches angestrebt werden soll, ab. Man macht daher nach dem Härten mitunter Festigkeitsproben, um das Ausglühen nach den erhaltenen Resultaten regeln zu können.

Beim Härten muss das Stück so eingetaucht werden, dass die Abkühlung eine möglichst gleichförmige werde.

Bei sehr voluminösen Stücken wird der Process des Härtens und Nachlassens zweimal, manchmal dreimal wiederholt.

Bayerische Staatsbibliothek MÜNCHEN

SPECIALSTÄHLE.

An besonderen Stahlsorten (Specialstählen) waren auf der Ausstellung zu finden: Mangan-, Wolfram- und Chromstahl.

Manganstahl wurde von der der k. k. priv. Actiengesellschaft der Innerberger Hauptgewerkschaft gehörigen Gussstahlhütte zu Kapfenberg, sowie von der Firma Seebohm & Dieckstahl von deren Hütte Danemora Steel-Works zu Sheffield gebracht. Letzteres Werk hatte Manganstahl mit einem Manganhalt, welcher zwischen 0·5 und 0·75 Procent schwankte, und einem Kohlenstoffgehalte von 1·12 bis 1·25 Procent ausgestellt. Kapfenberg hingegen hatte Manganstahl ohne Angabe der chemischen Zusammensetzung in fünf Nummern, und zwar von dem härtesten zum weichsten, mit Nr. 0, 1, 2, 3, 4 bezeichnet, ausgestellt.

Ueber diese Stahlsorten wurden folgende Daten veröffentlicht:

Nummern	0	1	2	3	4
Kohlenstoffgehalt in Procenten .	1·123 – 2·300	1·350	1·189	1·010	0·850
Proben auf Zug:					
Elasticitätsgrenze in Kilogramm pro Quadrat-Millimeter . . .	43·61	33·69	35·98	31·41	32·87
Bruchgrenze in Kilogramm pro Quadrat-Millimeter	81·71	76·63	75·64	72·99	73·04
Verlängerung in Procenten . .	6·37	5·09	5·59	11·45	12·52
Verhältniss des schliesslichen zum anfänglichen Querschnitt	0·9175	0·7535	0·8245	0·7995	0·65

Die Probestangen hatten einen Querschnitt von 2 Quadrat-Centimeter und eine Länge von 21 Centimeter.

Bemerkt muss jedoch werden, dass Manganstahl Nr. 0 kein Manganstahl, sondern Wolframstahl ist, wie aus den der Ausstellung beigegebenen Notizen Seite 9 ersehen werden kann.

Die Gussstahlhütte von Eibiswald hatte eine ähnliche Reihe von Stahl, der vielleicht ebensogut wie der eben angeführte als Manganstahl angesprochen werden könnte, ausgestellt.

Mit diesen Stahlsorten wurden bei deren Untersuchung auf Zugfestigkeit folgende Resultate erzielt:

	1	2	3	4	5
Elasticitätsgrenze in Kilogramm pro Quadrat-Millimeter . .	37·63	42·44	43·27	47·12	47·12
Bruchgrenze in Kilogramm pro Quadrat-Millimeter	75·63	80·71	68·88	88·80	80 90
Verlängerung in Procenten . .	3·24	1·59	2·14	4·25	2·1

Bei Nr. 3 war der Körner zu tief geschlagen und in Folge dessen der Bruch früher erfolgt, weshalb die Bruchfestigkeit zu nieder angegeben erscheint.

Wolframstahl wurde von denselben drei Hütten ausgestellt.

Der Wolframgehalt des Stahls wurde von Dieckstahl & Seebohm mit 3 bis 4 Procent und der Kohlenstoffgehalt mit 1·12 bis 1·25 Procent angegeben.

Besonderes Aufsehen erregte aber der Chromstahl.

Schon vor längerer Zeit, sowie in den letzten Jahren wurden wiederholt Versuche gemacht, Chromstahl herzustellen.

In grösseren Mengen wurde aber Chromstahl zuerst in Brooklyn (New-York), in den daselbst bestehenden Chrom-Steel-Works erzeugt. Auf der Ausstellung in Philadelphia im Jahre 1876 (Bericht über die Weltausstellung in Philadelphia 1876. Das Hüttenwesen, Seite 148) hatte das genannte Werk ausser chromhältigem Roheisen (Chromium) Chromstahl (Adamantine) ausgestellt, der sich durch ein besonders feines Korn, durch grosse Härte und gleichzeitig durch grosse Zähigkeit auszeichnete, indem harte Stangen, kalt vielfach verwunden und verdreht, aufgelegt waren.

Durch diese Resultate veranlasst, haben drei Hütten, welche sich neuerdings mit der Erzeugung von Chromstahl beschäftigen, Chromstahl, sowie theilweise die Materialien zu dessen Herstellung ausgestellt.

Diese drei Hüttenwerke sind die Compagnie des Fonderies et Forges de Terre-Noire, la Voulte et Besseges, die Firma Dieckstahl & Seebohm und vorzüglich Jacob Holzer & Comp. in Unieux bei Firminy (Loire).

Die Compagnie zu Terre-Noire hat, wie bereits auf Seite 28 angeführt, Chromroheisen, im Hohofen mit einem Gehalt von 25·3 Procent Chrom erzeugt, ausgestellt. Der daraus erzeugte Chromstahl hat folgende Zusammensetzung:

Kohlenstoff	0·450 Procent
Silicium	0·280 „
Mangan	0·750 „
Chrom	0·750 „
Phosphor	— „
Schwefel	Spur

Derselbe gab, als blasenfreier Stahlguss erzeugt, ohne geschmiedet oder gewalzt zu sein, bei den Festigkeitsproben auf Zug folgende Resultate:

Bei Stäben von 14 Millimeter Durchmesser und 100 Millimeter Länge war:

	bei ungehärtetem Materiale	bei in Oel gehärtetem Materiale
Die Elasticitätsgrenze erreicht bei einer Belastung von Kilogramm pro Quadrat-Millimeter . . .	36·3	38·3
Die Bruchgrenze auf den anfänglichen Querschnitt bezogen von Kilogramm pro Quadrat-Millimeter	63·0	87·2
Die Bruchgrenze auf den schliesslichen Querschnitt bezogen von Kilogramm pro Quadrat-Millimeter	?	98·1
Die Verlängerung war in Procenten der ursprünglichen Länge	2·2	10·0

Bei den Proben auf Druck ergaben sich folgende Resultate:

Probecylinder von nahe 10 Millimeter Höhe und 10 Millimeter Durchmesser wurden mit 32.000 Kilogramm belastet, wobei:

	bei ungehärtetem Materiale	bei in Oel gehärtetem Materiale
Die Höhe des Cylinders vor der Belastung in Millimeter war	10·00	9·95
Die Höhe des Cylinders nach der Belastung in Millimeter war	4·25	4·45
Das Verhältniss zwischen beiden Höhen	2·35	2·23

Ein Cylinder aus Chromstahl, in Wasser gehärtet und zweimal hintereinander mit 32.000 Kilogramm belastet, wurde nur von 10·5 auf 9·8 Millimeter zusammengedrückt.

Schon aus diesen wenigen Zahlen ist die vorzügliche Qualität des Chromstahls zu ersehen.

Die Firma Seebohm & Dieckstahl in Sheffield hatte Chromstahl als Werkzeugstahl mit einem Chromgehalt von 0·5 bis 1·0 Procent und einem Kohlenstoffgehalt von 1·12 bis 1·25 Procent ausgestellt, ohne jedoch nähere Angaben über die Eigenschaften zu machen.

Hingegen war die Ausstellung von Jacob Holzer & Comp. in Unieux bei Firminy äusserst interessant, und können die Verdienste, welche sich Herr Director Brustlein bei diesen Arbeiten erwarb, nicht unberührt bleiben.

Bei der Herstellung, Untersuchung und Weiterverarbeitung des Chromstahls machte man folgende Erfahrung:

Ein Zusatz von Chrom erhöht im nicht gehärteten Stahl die Bruch-, vorzüglich aber die Elasticitätsgrenze, ohne die dem Kohlenstoffgehalt entsprechende Verlängerung zu alteriren, das heisst, der Chromstahl besitzt die Widerstandsfähigkeit eines harten Stahls, ohne die Brüchigkeit zu haben, welche ein Stahl derselben Widerstandsfähigkeit zeigt, der dieselbe nur dem Kohlenstoffgehalte verdankt.

Ein Zusatz von Chrom allein verleiht dem Stahle nicht die Fähigkeit, Härtung anzunehmen, wie dies beim Kohlenstoff der Fall ist, aber ein gekohlter Chromstahl lässt sich besser härten, und wird viel härter als ein Stahl mit demselben Kohlenstoffgehalt, der aber keinen Chromgehalt hat.

Nicht gehärteter Chromstahl ist im Allgemeinen sehr schwer zu brechen und zeigt einen sehr nervigen Bruch.

Durch ein Härten bei entsprechender Temperatur wird die Textur um so feinkörniger, je grösser der Gehalt an Chrom und Kohlenstoff ist. Ein Stahl, welcher 1·0 bis 1·5 Procent Kohlenstoff und 2·5 bis 4 Procent Chrom hält, ist so hart, dass er mit gewöhnlichen gehärteten Werkzeugen nicht bearbeitet werden kann. Härtet man aber solchen Stahl in Wasser, so wird er brüchig. Chromstahl schüttet beim Härten in Wasser nicht ab, die Oxydhaut bleibt haften.

Bei zu starkem oder zu lange Zeit andauerndem Erhitzen verliert der Stahl an Qualität.

Um Chromstahl zu erzeugen, werden zu Unieux reiche und reine Chromerze aus Griechenland oder vom Ural in Thontiegeln,

wie sie zur Erzeugung des Gussstahls dienen, reducirt und eingeschmolzen, wodurch Chromroheisen oder richtiger Rohchrom von 50 bis 60 Procent Chrom erhalten wird, welches in bestimmten Verhältnissen bei der Stahl-Erzeugung zugesetzt wird.

Um sehr reiches Rohchrom zu erhalten, muss man sich des Kaliumbichromates bedienen.

Die durchschnittliche Zusammensetzung der verwendeten Chromerze war folgende:

Chromsesquioxyd	39·4	mit 27·1 Chrom
Eisenoxydul	18·0	„ 14·0 Eisen
Thonerde	27·6	
Talkerde	11·6	
Kieselerde	3·0	
Summe	99·6	

Die Zusammensetzung des erhaltenen Ferrochroms kann aus folgenden Analysen ersehen werden:

	I	II	III	IV
Chrom	36·22	19·80	67·15	48·70
Kohlenstoff chem. geb. .	—	3·80	5·40	—
Graphit	—	—	—	—
Mangan	—	0·33	—	—
Schwefel	—	—	0·30	—

Lässt man geschmolzenes Chromroheisen an der Luft erkalten, so überzieht sich dasselbe mit einer grünen Schicht von Chromoxyd. Chromreiche Schlacken erhalten, insoweit sie beim Erkalten mit der Luft in Berührung kommen, eine braune Oberfläche, welche durch die Bildung eines Chromates veranlasst scheint.

Chromstahl erstarrt viel rascher als gewöhnlicher Stahl, und wird dies schon im hohen Masse bei einem Gehalte von 0·5 Procent Chrom bemerkbar. Man braucht daher auch bei der Erzeugung des Chromstahls eine viel höhere Temperatur. Die Gussblöcke ziehen sich beim Erkalten viel stärker zusammen, was zu manchen Unannehmlichkeiten führt. Dieselben sind um so schwerer zu vermeiden, je grösser die zu erzeugenden Blöcke werden sollen.

Die Vorzüglichkeit des Chromstahls ist als erwiesen anzusehen und wird derselbe zweifellos eine bedeutende Anwendung

finden, sobald die Schwierigkeiten bei der Fabrication überwunden sein werden.

In Unieux werden gegenwärtig sechs Sorten Chromstahl mit zwei verschiedenen Gehalten an Chrom und drei wechselnden Kohlenstoffgehalten erzeugt. A und B zeigen bei den Probestangen, mit welchen die folgenden Festigkeitsversuche ausgeführt wurden, den Gehalt an Chrom und die Zeiger 1, 2, 3 und 2, 3, 4 den Kohlenstoffgehalt in abnehmender Reihe an.

Die hier folgenden Proben auf Zugfestigkeit wurden von Thomasset in Paris ausgeführt. Die Probestäbe haben einen runden Querschnitt von 150 Quadrat-Millimeter und eine Länge von 100 Millimeter.

Stahl ausgeglüht, nicht gehärtet:

Nummern der Proben	A_1	A_2	A_3	B_2	B_3	B_4
Belastung an der Elasticitätsgrenze in Kilogr. pro Quadrat-Millimeter	57·8	53·5	46·6	73·3	60·2	46·1
Belastung an der Bruchgrenze in Kilogr. pro Quadrat-Millimeter	92·1	89·3	75·0	126·0	91·0	71·2
Verlängerung in Procenten . . .	7·5	8·5	15·5	7·0	8·0	15·0
Verhältniss des Bruchquerschnittes zum anfänglichen	0·700	0·640	0·424	0·920	0·500	0·306

Stahl in Oel gehärtet und bei Rothglühhitze ausgeglüht:

	A_1	A_2	A_3	B_2	B_3	B_4
Belastung an der Elasticitätsgrenze in Kilogr. pro Quadrat-Millimeter	80·0	100·2	90·4	73·3	90·0	46·0
Belastung an der Bruchgrenze in Kilogr. pro Quadrat-Millimeter .	113·6	110·4	96·7	119·3	114	71·8
Verlängerung in Procenten . . .	6·8	4·5	5·5	7·5	5·5	15·2
Verhältniss des Bruchquerschnittes zum anfänglichen	0·780	0·630	0·424	0·840	0·710	0·310

Stahl in Oel gehärtet und nicht ausgeglüht:

Belastung an der Elasticitätsgrenze in Kilogramm pro Quadrat-Milimeter	113·3
Belastung an der Bruchgrenze in Kilogramm pro Quadrat-Millimeter .	133·2
Verlängerung in Procenten	6·0
Verhältniss des Bruchquerschnittes zum anfänglichen	0·57

Ausgedehnte Versuche mit diesem Materiale wurden in Nevers im Laufe des Frühjahres 1878 ausgeführt und hat man auf Grund der erhaltenen Resultate ein Probegeschütz zu Unieux in Bestellung gebracht. Zur Zeit meiner Anwesenheit waren die

Beschiessungsversuche noch nicht abgeschlossen, und kann ich daher nur einige Daten über die Vorversuche mittheilen.

Um den Einfluss der Temperatur, bei welcher die Härtung erfolgen soll, näher kennen zu lernen, wurden Stäbe desselben Materials von annäherungsweise 14 Millimeter Durchmesser und 100 Millimeter Länge, bei verschiedenen Temperaturen gehärtet, versucht, wobei man fand:

	Elasticitäts-grenze bei einer Belastung von Kilogramm pro Quadrat-Millim.	Bruch-	Verlängerung in Procenten	Verhältniss des Bruch- zum anfänglichen Querschnitt
Stahl nicht gehärtet . .	60·12	76·42	3·8	0·500
Stahl gehärtet bei Gelbglühhitze	—	134·50	2·12	0·980
Stahl gehärtet bei heller Kirschrothhitze . . .	—	142·60	3·00	0·938
Stahl gehärtet bei Kirschrothhitze	43·81	73·37	10·15	0·370
Stahl gehärtet bei schwacher Rothgluth . . .	38·72	70·31	8·09	0·370

Man ersieht aus diesen Zahlen, dass für diese Qualität das Härten bei heller Kirschrothglühhitze die besten Resultate gibt. Bei höherer wie geringerer Temperatur nehmen dieselben ab. Die Elasticitätsgrenze ist bei den beiden besten Proben nicht angegeben, weil die Dehnungen eine nahe continuirliche Curve geben, wie aus folgenden Zahlen zu ersehen ist.

Belastung in Kilogramm pro Quadrat-Millimeter	Die Dehnung betrug in Procenten der Länge bei Härtung in Gelbglühhitze	in heller Kirschrothglühhitze
4·07	0·020	0·010
8·15	0·030	0·015
12·22	0·035	0·025
16·30	0·040	0·035
20·37	0·060	0·045
24·45	0·080	0·060
28·53	0·110	0·070
32·60	0·140	0·105
36·68	0·190	0·135
40·76	0·225	0·160
44·83	0·240	0·190
48 92	0·270	0·225
52·99	0·330	0·250

Belastung in Kilogramm pro Quadrat-Millimeter	Die Dehnung betrug in Procenten der Länge bei Härtung in Gelbglühhitze	in heller Kirschrothglühhitze
57·06	0·350	0·280
61·13	0·390	0·310
65·21	0·430	0·345
69·28	0·465	0·375
73·36	0·500	0·415
77·44	0·590	0·450
81·51	0·635	0·490
85·59	0·710	0·525
89·68	0·760	0·580
93·74	0·840	0·635
97·82	0·920	0·700
101·90	0·980	0·760
105·97	1·060	0·850
110·05	1·165	0·960
114·12	1·270	1·060
118·20	1·385	1·190
122·28	1·570	1·340
126·35	1·730	1·520
130·43	1·880	1·735
134·50	2·120	2·000
138·58	—	2·350
142·60	—	3·000
	gebrochen	

Man kann aus diesen Zahlen die vorzügliche Qualität des Materials, sowie den Einfluss der bei richtiger Temperatur vorgenommenen Härtung deutlich erkennen.

Ich kann nicht umhin, nochmals darauf hinzuweisen, dass die durch diese Versuche erhaltenen Resultate geeignet erscheinen, der Fabrication des Chromstahls eine besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden, sowie dass gerade Oesterreich, welches über gute Chromerze verfügt, in erster Linie dazu berufen erscheint.

STUDIEN

über die Widerstandsfähigkeit von Blechen aus Ingot-materiale gegen Stoss.

Ausgeführt vom Jernkontoret in Stockholm.

Man scheint in Schweden sowie bei uns noch immer ein gewisses Misstrauen gegen die Qualität jener Bleche, welche aus Ingotmateriale fabricirt werden, zu haben, obwohl das verwendete Materiale gegenüber dem geschweissten Eisen von entschieden besserer Qualität ist. Bald nachdem die Erzeugung von Ingot-Eisen durch die Einführung des Bessemer- und Siemens-Martin-Processes in grösseren Mengen und um entsprechend billigere Preise möglich gemacht wurde, versuchte man von mehreren Seiten, Bleche aus diesem Materiale bei der Herstellung von Dampfkesseln und Schiffen zu verwenden, in der Hoffnung, dadurch in die Lage versetzt zu sein, geringere Metallstärken in Anwendung bringen zu können. Wenn auch einzelne Versuche vorzügliche Erfolge ergaben, so erhielt man doch an vielen Orten auch ungenügende Resultate, theils weil die Qualität des Materials nicht immer die gleiche war, theils weil man die Behandlung desselben nicht genügend kannte und vielleicht auch nicht immer die richtige Qualität gewählt wurde. Dies die Gründe, welche Veranlassung zu Misstrauen gaben und die Verwendung des Ingotmaterials gerade in dieser Richtung einschränkten.

Wenn auch durch viele vergleichende Versuche bezüglich der Festigkeit des Ingot- und Schweiss-Eisens, welche von Kirkaldy in London durchgeführt wurden, die Vorzüglichkeit des ersteren Materials nachgewiesen erschien, so waren diese Versuche doch nicht im Stande, das geweckte Misstrauen zu beseitigen, weil dieselben, obwohl in jeder Richtung interessant und reich

an werthvollen Andeutungen, sich doch nur auf jene Untersuchungen, welche mit einer hydraulischen Presse gemacht werden konnten, beschränkten und keine Daten über die Widerstandsfähigkeit des Bleches gegen den Stoss lieferten.

Um diesen Uebelständen abzuhelfen und die Einführung des Ingotmaterials in die Blechfabrication zu fördern, wurden durch das Jernkontoret in Schweden weitgehende Versuche durchgeführt und bei Gelegenheit der Ausstellung die Probestücke zur Ansicht gebracht, sowie die Resultate veröffentlicht (Expériences de force et de traction sur des tôles suédoise). Die zur Durchführung dieser Versuche nothwendigen Materialien wurden von verschiedenen Hütten des Landes geliefert und zur Ergänzung der Untersuchungen noch Fabricate ausländischer Hütten mit einbezogen.

Auf diese Weise kamen zur vergleichenden Untersuchung Bleche aus Bessemer- und Martin-Metall, aus Herdfrischeisen, mittelst der Lancashire-Arbeit erzeugt, sowie aus Puddlingseisen. Kaum erwähnt zu werden braucht, dass diese Untersuchungen nur auf Bleche aus weichem Materiale, welches nicht mehr als 0·3 Procent Kohlenstoff enthält, ausgedehnt wurden.

Zu gleicher Zeit wollte man sich aber auch über den Werth einer mehr oder weniger weit getriebenen mechanischen Bearbeitung auf die Widerstandsfähigkeit der Bleche klar werden. Aus dem Grunde wurden aus Ingotmateriale je zwei Blöcke gegossen, und zwar der eine mit 297 Millimeter im Quadrat, um unter einem Dampfhammer von 8590 Kilogramm auf 445×185 Millimeter Querschnitt abgeschmiedet zu werden, während ein zweiter Block mit 445×185 Millimeter Querschnitt gegossen, ohne geschmiedet zu werden, mit dem abgeschmiedeten Block gleichzeitig auf Blech von gleichen Dimensionen verwalzt wurde. Alle Bleche wurden auf eine Dicke von annäherungsweise 9 Millimeter gewalzt, zu Scheiben von nahe 1 Meter Durchmesser beschnitten und mit zwei Reihen von Schraubenbolzen aus Eisen (36 Stück) auf einem hohlen Cylinder von 537 Millimeter Durchmesser befestigt. Die Schraubenlöcher in den Blechen wurden gebohrt, um die Textur des Materials nicht zu ändern. Der Fallblock hatte die Gestalt eines nach unten abgerundeten Cylinders von 253 Millimeter und ein Gewicht von 872 Kilogramm. Das Verhältniss des Durch-

messers des Fallblockes zum Durchmesser der durchdrückbaren Blechscheibe war gleich 10 : 21.

Um eine Vergleichung der Widerstandsfähigkeit der Bleche derselben Hauptgruppe zu ermöglichen, sowie im Allgemeinen den zur Hervorbringung der Brüche nöthigen Effect der Schläge zu bestimmen, war es in erster Linie nothwendig, die Fallhöhe für jede einzelne Gruppe entsprechend zu bestimmen, so dass man bei jeder Reihe eine annäherungsweise gleiche Anzahl von Schlägen benöthigte, bevor der Bruch des Bleches erfolgte. Der Unterschied bei den aus Materialien verschiedener Processe hergestellten Blechen war in dieser Hinsicht so gross, dass Bleche aus Puddlingseisen auf den ersten Schlag zerrissen wurden, welcher aus einer Höhe geführt wurde, die zur Untersuchung der Bleche aus Bessemer- oder Martin-Metall als tauglich erkannt werden musste. Unter solchen Umständen wäre eine Vergleichung der Einwirkung der Schläge unmöglich geworden.

Nach einigen Versuchen wurde die Fallhöhe für Untersuchung der Bleche aus geschweisstem Eisen mit 1·5, und aus Ingotmateriale mit 4·5 Meter bestimmt. Unter diesen Verhältnissen erforderten die Bleche aus Ingotmateriale im Minimum 5, im Maximum 9 Schläge, und jene aus geschweisstem Materiale, und zwar aus Lancashire-Herdfrischeisen 7 bis 11 und aus Puddlingseisen 4 bis 6 Schläge.

Aus den folgenden im Auszuge beigegebenen Tabellen kann man entnehmen, dass, gleiche Fallhöhe vorausgesetzt, sich folgende Vergleichungszahlen ergeben.

Blech aus schwedischem Ingotmateriale hält viermal soviel Schläge aus, als solches aus dem besten schwedischen Puddlingseisen, und achtmal so viel als Blech aus dem besten Yorkshire-Eisen.

Die Einbiegung der Bleche aus Ingotmateriale war bei den drei verschiedenen Fallhöhen von 1·5, 4·5 und 9 Meter nahezu gleich und schwankte meist zwischen 150 und 160 Millimeter.

Bei Blech aus	schwedischem		Lancashire-Eisen	betrug	sie	meist	134	Millimeter
„ „ „	„	Puddlingseisen		„	„	„	104	„
„ „ „	bestem	Yorkshire-Eisen		„	„	„	88	„

Bei Blech aus Staffordshire-Eisen war es nicht möglich, die Einbiegung zu bestimmen, da dasselbe schon bei dem ersten Schlage aus einer Fallhöhe von nur 1 Meter brach.

Die Proben wurden selbstverständlich unterbrochen, sobald sich die mindesten Risse zeigten. In der Art der Risse war eine grosse Verschiedenheit bemerkbar, je nachdem das Blech durch den dem Bruche vorangegangenen Schlag schon mehr oder weniger in Anspruch genommen war.

Aus der Art und Weise, wie das Blech bricht, kann man daher keine Regel für die grössere oder geringere Widerstandsfähigkeit gegen den Stoss feststellen. Zwischen den Blechen aus Ingotmateriale, je nachdem dasselbe mittelst des Bessemer- oder Martin-Processes hergestellt wurde, scheinen keine wesentlichen Unterschiede zu bestehen. Vielleicht ist das Martin-Metall bei gleichem Gehalt an Kohlenstoff etwas weicher als Bessemer-Metall. Es war jedoch die Anzahl der den Untersuchungen unterworfenen Bleche aus Martin-Metall zu gering, um einen verlässlichen Schluss ziehen zu können.

Mit Blechen aus Ingotmateriale wurden aber auch Versuche in anderer Richtung durchgeführt. Einige wurden bei Kirschroth-Glühhitze ausgeglüht und langsam ausgekühlt, andere im Wasser, welches eine Temperatur von 28 Grad Celsius hatte, gehärtet. Durch diese beiden Behandlungsmethoden wurde die Widerstandsfähigkeit gegen Stoss nicht wesentlich alterirt, während bei den Proben auf Zugfestigkeit das ausgeglühte Metall eine grössere Dehnung und geringere Festigkeit, das gehärtete Metall hingegen die entgegengesetzten Eigenschaften, grössere Festigkeit und geringere Dehnung, zeigte. Die Resultate dieser Proben können aber nicht als vollkommen verlässlich angesehen werden, weil ein Ofen zur gleichförmigen Erhitzung der Bleche mangelte. Da endlich die aus den Walzen kommenden Bleche in einer Art von Kühlkästen langsam erkalteten, um ein ungleichförmiges Auskühlen zu vermeiden, so war beinahe kein Unterschied zwischen diesen Blechen und den ausgeglühten Blechen bemerkbar.

Ebenso wenig konnte ein wesentlicher Einfluss der Art der mechanischen Bearbeitung, ob das Materiale direct verwalzt oder früher geschmiedet und dann gewalzt wurde, nachgewiesen werden, da bald die Bleche der einen, bald die der anderen Fabricationsweise etwas bessere Resultate gaben. Alle Bleche aus Martin-Metall wurden ohne vorhergehende Schmiedung gewalzt. Für die Erzeugung von Blechen, deren Dicke 9 Millimeter nicht

wesentlich übersteigt, scheint es daher nicht nothwendig, um eine gute Qualität zu erzeugen, die Ingots früher abzuschmieden, wenn dieselben nicht dünner als 185 Millimeter sind. Bei der Erzeugung dickerer Bleche dürften die Verhältnisse aber andere sein. *)

Das Materiale für diese Proben wurde vorzüglich von sieben verschiedenen schwedischen Hütten geliefert, und war die chemische Zusammensetzung nicht wesentlich verschieden.

Hinsichtlich des Phosphors muss bemerkt werden, dass derselbe die Widerstandsfähigkeit gegen Stoss im weichen geschmolzenen Metall nicht zu vermindern scheint, wenn der Gehalt 0·04 bis 0·05 Procent nicht übersteigt. Ist jedoch eine grössere Menge vorhanden, so wird sowohl die Widerstandsfähigkeit gegen Stoss, sowie die Dehnung bei Proben auf Zugfestigkeit vermindert, obgleich die Zugfestigkeit, und zwar in höherem Masse, als dem Gehalt an Kohlenstoff entsprechen würde, zunimmt.

Ein Gehalt an Schwefel, wenn derselbe 0·02 Procent nicht übersteigt, scheint bei Ingotmateriale weder einen nachtheiligen Einfluss beim Walzen und Verarbeiten der Bleche, noch auf die Festigkeit desselben auszuüben.

Auf Grund einer Reihe von durch den englischen Lloyd durchgeführten Versuchen hat derselbe über Antrag einer von ihm ernannten Commission beschlossen, bei Anwendung von Blechen aus Ingotmateriale (Bessemer- oder Martin-Metall) für den Schiffbau eine Reduction der Stärkendimensionen um 20 Procent, gegenüber den für Bleche aus Puddlingseisen bis nun vorgeschriebenen Dimensionen eintreten zu lassen, wenn das Blech aus Ingotmateriale folgende Proben aushält:

1. Aus den Längen- und Querabschnitten der Bleche werden Probestangen geschnitten und diese den Proben auf Zugfestigkeit unterworfen. Es müssen dieselben eine Zugfestigkeit von mindestens 43·2 und nicht über 49·6 Kilogramm pro Quadrat-Millimeter haben, und bei einer Länge von 200 Millimeter wenigstens eine Verlängerung von 20 Procent zeigen.

---

*) In den Hütten von Otis Iron and Steel Comp. in Cleveland, Nordamerika, wird alles Ingotmateriale ohne Schmiedung direct auf Blech verwalzt. Es ist nicht einmal ein grösserer Hammer in der Hütte vorhanden. (Bericht über das Hüttenwesen in Amerika, 1877, Seite 147.)

2. Die Blechabschnitte müssen zur Rothglühhitze erwärmt, in Wasser mit einer Temperatur von 28 Grad Celsius gehärtet, eine Biegung nach einer Curve zulassen, deren Durchmesser die dreifache Dicke des Bleches nicht übersteigt.

Die gestellten Bedingungen bezüglich der Zugfestigkeit sind jedoch so übertrieben, dass sie, wie die folgenden Tabellen zeigen, nur bei einem Kohlenstoffgehalt von 0·25 bis 0·3 Procent erfüllt werden können. Es frägt sich, ob ein so hoher Gehalt an Kohlenstoff bei Erzeugung von Blech überhaupt vortheilhaft ist oder nicht, und ob nicht die schwierigere Bearbeitung den Vortheil der grösseren Festigkeit des Materials aufwiegt. Die Widerstandsfähigkeit gegen Stoss und Einbiegung ist es, welche den Werth der Bleche für den Schiffbau bestimmt, sowie die Fähigkeit, sich im kalten wie rothwarmen Zustande leicht bearbeiten zu lassen. Die Empfindlichkeit des Ingotmaterials gegen eine theilweise einseitige Erwärmung wird durch Steigerung des Kohlenstoffgehaltes wesentlich vermehrt. Aus all' diesen Gründen muss man bemüht sein, die grösstmöglichste Weichheit des Materiales zu erreichen, welches die Fähigkeit besitzt, grosse Verlängerungen zu geben. Beide Eigenschaften stehen untereinander, sowie mit der Widerstandsfähigkeit gegen Stoss in vollkommener Uebereinstimmung.

Ohne Zweifel sind daher die von dem englischen Lloyd gestellten Anforderungen weder erfüllbar noch zweckentsprechend.

Schon gegenwärtig unterliegt es keinem Anstande, Ingotmateriale zu erzeugen, welches weniger als 0·2 Procent Kohlenstoff enthält und auf eine Länge von 200 Millimeter der Probestangen eine Dehnung von 23 bis 24 Procent gibt.

Als Gründe, warum eine so grosse Zugfestigkeit verlangt werden müsse, führt die Commission des englischen Lloyd an, dass Ingotmateriale, bei welchem die Zugfestigkeit unter 41·3 Kilogramm pro Quadrat-Millimeter herabgeht, viel poröser zu werden beginnt und sich viel schwieriger schweissen lässt, während Ingotmateriale, welches eine Festigkeit von 47·7 bis 50·9 Kilogramm pro Quadrat-Millimeter zeigt und gleichzeitig den gestellten Bedingungen von Geschmeidigkeit und Schmiedbarkeit entspricht, ein besseres Materiale ist, als das weichere, oft aber weniger geschmeidige Materiale, welches nur eine Widerstandsfähigkeit von 41·3 Kilogramm pro Quadrat-Millimeter zeigt.

Diese Bemerkungen sind aber nicht zulässig bei schwedischem Materiale, wie aus vielfachen Erfahrungen und täglich durchgeführten Proben, welche die leichte Schweissbarkeit selbst der weichsten Sorten zur Genüge beweisen, zu ersehen ist.

Es wäre daher weitaus richtiger, bei Blechen für den Schiffbau von der Zugfestigkeit ganz abzusehen, nur die Widerstandsfähigkeit gegen Stoss und die Grösse der Dehnung zu berücksichtigen.

Den vorgeschlagenen Normen bezüglich der Biegungsproben ist leicht zu entsprechen, und wird jedes gute Ingotmateriale diesen Bedingungen zu genügen vermögen.

Will man jedoch anstatt der von uns (Jernkontor) vorgeschlagenen Schlagproben nach den Ansichten des englichen Lloyd die Brauchbarkeit der Bleche nur von den Resultaten der Proben auf Zugfestigkeit abhängig machen, so würde man viel grössere Garantien erreichen, wenn man eine Bruchfestigkeit von 41·3 bis 47·7 Kilogramm pro Quadratmillimeter, hingegen eine Verlängerung von 22 Procent bei einer Länge der Probestangen von 200 Millimeter verlangen würde. Zu gleicher Zeit müsste man aber auch das Maximum des Gehaltes an Phosphor normiren, da derselbe ohne Zweifel von grossem Einflusse ist. Um die zulässige Grösse des Phosphorgehaltes bestimmen zu können, bedarf es aber noch einer grösseren Anzahl von in dieser Richtung durchgeführten Versuchen.

Die Ausstellung des Jernkontor zeigte auch eine Illustration der schwedischen Schmiedeprobe, wie dieselbe für Ingotmetall in Anwendung steht und zur annäherungsweisen Feststellung des Kohlenstoffgehaltes dient. Die Proben werden vollkommen geschweisst, zu feinen Dimensionen ausgeschmiedet, gehärtet und im kalten Zustande mit Hilfe des Hammers auf dem Ambos gebogen. Die verschiedenen Grade der Härte oder, was dasselbe ist, des Kohlenstoffgehaltes werden auf folgende Weise erkannt: Eisen, welches nur 0·1 Procent Kohlenstoff hat oder etwas weniger, kann meist zweimal umgebogen werden, ohne den mindesten Fehler zu zeigen. Bei 0·15 Procent Kohlenstoffgehalt zeigt das Eisen bei gleicher Behandlung meist schon kleine Risse. Bei 0·2 Procent Kohlenstoff kann man es nur mehr um einen Winkel von 145 Grad biegen, sobald diese Grenze überschritten,

beginnt es zu brechen. Für Eisen mit 0·25 Procent Kohlenstoff wird die Grenze mit einem Winkel von 90 Graden, bei 0·3 Procent Kohlenstoff mit einem Winkel von 45 Graden überschritten. Bei einem Gehalte von mehr als 0·3 Procent Kohlenstoff kann man den Gehalt an Kohlenstoff nach der Leichtigkeit des Brechens, nach der Textur, vorzüglich aber nach dem geringeren oder grösseren Grade der Schweissbarkeit bestimmen.

Bis zu einem Gehalt von 0·3 bis 0·4 Procent Kohlenstoff ist diese Probe in Schweden mit grosser Sicherheit angewendet. Bei einem grösseren Gehalt an Kohlenstoff ist die chemische Probe verlässlicher. Wesentlich alterirt wird der Erfolg der Schmiedeprobe aber auch durch einen verschiedenen Gehalt an Phosphor.

Diese allerdings sehr einfache Probe kann daher in vielen Fällen vorzügliche Dienste leisten, wenn es sich während der Erzeugung von sehr weichem Ingotmateriale darum handelt, rasch über die Qualität des Productes Aufschluss zu erhalten, um danach den weiteren Verlauf des Processes leiten zu können.

In folgenden Tabellen wurden die Resultate der vom Jernkontoret ausgeführten Versuche znsammengestellt und glaube ich zur Erläuterung noch beifügen zu müssen, dass die chemische Zusammensetzung der von den einzelnen Werken eingesandten und den Proben auf Schlag, auf Zugfestigkeit etc. unterworfenen Materialien bei den einzelnen Versuchen dieselbe war, weshalb sie auch nur bei der ersten Versuchsreihe auf Seite 114 und 116 angeführt erscheint. Um jedoch die chemische Zusammensetzung der Materialien, welche in den Versuchsreihen auf den Seiten 118 bis incl. 122 aufgenommen erscheinen, verlässlich ermitteln zu können, wurden alle Materialien, welche gleiche chemische Zusammensetzung haben, mit gleichen Nummern der Proben bezeichnet, so dass beispielsweise die chemische Zusammensetzung der Probe Nr. 1 auf Seite 118 dieselbe ist, wie die der Probe Nr. 1 auf Seite 114 u. s. w.

Auf diese Weise ist auch der Zusammenhang zwischen den einzelnen Versuchen mit demselben Materiale zweifellos festgestellt.

Resultate der Schlagproben auf Bleche

Nummer d. Probe	Chemische Zusammensetzung in Procenten					Bleche aus Ingots gewalzt										
	Kohlenstoff	Silicium	Phosphor	Schwefel	Mangan	Dicke in Millimeter	Specifisches Gewicht	Tiefe der Einbiegung in Millimeter nach dem							Fallhöhe in Meter	Art des Bruches
								1. Schlage	2. Schlage	3. Schlage	4. Schlage	5. Schlage	6. Schlage	7. Schlage		
								Bessemer-Metall								
1	0·120	0·029	0·028	0·005	0·151	9·3	7·881	77	104	122	135	148	159	Bruch	4·5	Kleine Sprünge
2	0·170	0·017	0·031	Spur	0 223	9·1	7·880	77	104	122	136	147	159	„	4 5	Durchlocht
3	0·170	0·017	0 031	„	0·223	9·3	7·880	108	142	Bruch	—	—	—	—	9·0	„
4	0·230	0·019	0·028	0·005	0·267	9·2	7·879	79	101	119	134	145	Bruch	—	4·5	Kleine Sprünge
5	0·250	0·021	0·030	0·010	0·209	9·2	7·876	76	104	123	138	150	„	—	4·5	„ „
6	0·300	0·023	0·031	0·010	0·238	9·1	7·870	79	104	135	147	Bruch	—	—	4 5	Grosse Sprünge
								Bessemer-Metall								
7	0·100	0·023	0·019	0·025	0·094	9·0	7·878	79	107	125	139	153	Bruch	—	4·5	Kleine Sprünge
8	0·150	0·019	0·024	0·020	0·115	9·1	7·878	77	104	122	137	148	160	Bruch	4·5	Unreg. Sprünge
9	0·150	0·019	0·024	0·020	0 115	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	0·180	0·016	0·020	0·020	0·180	9·2	7·874	77	104	122	134	147	Bruch	—	4·5	Kleine Sprünge
11	0·250	0·037	0·016	0·020	0·252	9·1	7·870	76	99	114	129	141	„	—	4·5	„ „
12	0·300	0·037	0·024	0·020	0·360	9·1	7·861	74	98	114	125	137	„	—	4·5	Unreg. Sprünge
								Bessemer-Metall								
13	0·050	0·006	0·028	0	0·050	9·0	7·882	85	113	132	147	160 Bruch	—	—	4·5	Spur. v. Sprüng.
14	0·080	0·006	0·023	Spur	0·057	9·1	7·908	82	113	134	150	163 Bruch	—	—	4·5	„ „ „
15	0·080	0·006	0·023	„	0·057	9·0	7·908	113	148	Bruch	—	—	—	—	9·0	Durchlocht
16	0·100	0·014	0·020	„	0·108	9·0	7 877	79	105	125	138	151	Bruch	—	4·5	Grosse Sprünge
17	0·150	0·013	0·023	0	0 115	9·0	7·874	79	104	122	137	151	„	—	4·5	„ „
18	0·180	0·018	0·025	0	0·122	9 0	7 879	80	105	123	138	150	„	—	4·5	Sprünge
								Bessemer-Metall								
19	0·120	0·014	0·032	0·015	0·108	9·2	7·881	82	108	126	140	153	165	Bruch	4·5	Grosse Sprünge
20	0·120	0·014	0·032	0·015	0·108	9·1	7·881	110	144	171 Bruch	—	—	—	—	9·0	Spuren
21	0·140	0·019	0·031	0 010	0·194	9·1	7·880	79	105	123	137	148	159	Bruch	4·5	Unreg. Sprünge
22	0·180	0·014	0·028	0 005	0 180	9·2	7·878	77	104	122	135	147	Bruch	—	4·5	Kleine Sprünge
23	0·270	0·016	0·034	0·010	0·20	9·1	7·871	77	102	119	131	142	154	Bruch	4·5	Grosse Sprünge
24	0·270	0·016	0·034	0·010	0·201	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
								Bessemer-Metall								
25	0·150	0·014	0·020	0	0·144	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26	0·180	0·019	0·019	0·025	0·272	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
								Bessemer-Metall								
27	0·080	0·006	0·026	0	0 079	9·2	7·906	77	105	125	140	153	163	Bruch	4·5	Kleine Sprünge
28	0·100	0 010	0·029	0·010	0·114	9·2	7 883	80	108	126	141	154	166	„	4·5	Unreg. Sprünge
29	0·100	0·010	0·029	0 010	0·114	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	0·130	0·008	0·024	Spur	0·166	9·2	7·877	79	105	123	138	150	162	Bruch	4·5	Unreg. Sprünge
								Bessemer-Metall								
31	0·130	0·016	0·034	0·020	0·090	9·1	7·880	79	108	128	144	160	Bruch	—	4·5	Kleine Sprünge
32	0·130	0·016	0·034	0·020	0·090	9·2	7·880	74	108	126	141	154	„	—	4·5	Grosse Sprünge
33	0·130	0·016	0·034	0·020	0·090	9·2	7 880	105	140	Bruch	—	—	—	—	9·0	„ „
34	0·150	0 035	0·041	0·025	0·170	9·2	7·877	77	104	120	135	147	Bruch	—	4·5	Kleine Sprünge
35	0·200	0·036	0·041	0·020	0·187	9·0	7·874	77	104	122	134	145	„	—	4·5	„ „
36	0·250	0·037	0·036	0·010	0·223	9·1	7·872	74	99	114	128	140	„	—	4·5	„ „
37	0·120	0·012	0·036	0	0·165	9·4	7·876	77	105	123	140	151	162	172 Bruch beim 8. Schlag	4·5	Durchlocht
38	0·220	0·015	0·033	Spur	0·159	9·2	7·870	71	96	113	126	137	145	154 163 nach dem 8. Schlag Bruch beim 9. Schlag	4·5	Durchlocht
39	0·220	0·015	0·033	„	0·159	9·2	7·870	62	91	107	119	131	141	148 156 nach dem 8. Schlag Bruch beim 9. Schlag	4·5	Durchlocht

24 Ausgeglühtes Blech. — 32 Ausgeglühtes Blech. — 39 Gehärtetes Blech.

(Gewicht des Fallblockes 872 Kilogramm).

Bleche aus abgeschmiedeten Ingots gewalzt										
Dicke in Millimeter	Specifisches Gewicht	Tiefe der Einbiegung in Millimeter nach dem							Fallhöhe in Meter	Art des Bruches
		1. Schlage	2. Schlage	3. Schlage	4. Schlage	5. Schlage	6. Schlage	7. Schlage		
von Motala										
9·2	7·880	79	105	123	136	150	162	Bruch	4·5	Das Blech durchlocht
9·2	7·884	77	102	119	134	145	156	„	4·5	Grosse Sprünge
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9·0	7·880	80	107	125	138	151	Bruch	—	4·5	Unregelmässig
9·5	7·875	74	101	119	132	142	153	Bruch	4·5	Kleine Sprünge
9·2	7·872	76	101	117	131	142	153	„	4·5	Unregelm. Sprünge
von Iggesund										
9·1	7·911	80	107	125	139	153	163 Bruch	—	4·5	Sehr kleine Sprünge
9·2	7·877	77	104	120	134	147	157	Bruch	4·5	Grosse Sprünge
9·3	7·877	104	137	162	Bruch	—	—	—	9·0	Durchlocht
9·2	7·878	79	105	122	135	148	159	Bruch	4·5	Grosse Sprünge
9·3	7·871	74	99	114	128	140	Bruch	—	4·5	Kleine Sprünge
9·2	7·867	73	98	114	126	137	„	—	4·5	„ „
von Uddeholm										
8·8	7·873	83	113	132	148	162	Bruch	—	4·5	Sprünge
8·9	7·881	83	111	131	147	162	„	—	4·5	Grosse Sprünge
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8·8	7·883	83	110	131	145	160	Bruch	—	4·5	Grosse Sprünge
9·0	7·871	77	104	120	134	147	„	—	4·5	Durchlocht
9·0	7·873	80	107	124	140	153	„	—	4·5	Kleine Sprünge
von Björneborg										
9·1	7·906	79	108	129	145	163 Bruch	—	—	4·5	Spuren von Sprüngen
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9·0	7·878	79	104	122	137	150	160	Bruch	4·5	Grosse Sprünge
9·0	7·874	79	107	122	137	148	160 Bruch	—	4·5	Spuren
9·1	7·869	76	101	116	129	141	„	—	4·5	Kleine Sprünge
9·0	7·869	77	104	120	134	150	„	—	4·5	„ „
von Surahammmar										
9·3	7·883	71	96	116	129	141	150	162 Bruch	4·5	Kleine Sprünge
9·2	7·872	69	94	111	125	135	145	154 Bruch beim 8. Schlag	4·5	Unregelm. Sprünge
von Storfors										
9·2	7·900	79	107	131	144	159	Bruch	—	4·5	Kleine Sprünge
9·2	7·886	79	104	123	137	148	160	Bruch	4·5	Grosse Sprünge
9·2	7·886	110	144	Bruch	—	—	—	—	9·0	Durchlocht
9·2	7·877	80	107	123	137	150	160	Bruch	4·5	Grosse Sprünge
von Nyhammar										
9·2	7·880	80	107	123	138	151	162	Bruch	4·5	Durchlocht
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9·0	7·876	79	104	120	134	145	156	Bruch	4·5	Durchlocht
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Resultate der Schlagproben auf Bleche

Nummer der Probe	Chemische Zusammensetzung in Procenten: Kohlenstoff	Silicium	Phosphor	Schwefel	Mangan	Dicke in Millim.	Specifisches Gewicht	Tiefe der Einbiegung: 1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
								Bessemer-Metall von **Storfors** und								
40	0·080	0·006	0·026	0·010	0·079	9·4	7·906	47	65	79	88	95	102	107	113	117
41	0·170	0·017	0·031	Spur	0·223	9·4	7·880	45	61	74	83	92	98	104	110	114
								Martin-Metall von **Uddeholm,**								
42	0·140	0·021	0·015	0	0·086	9·0	7·877	88	116	137	151	165	Br.	—	—	—
43	0·230	0·042	0·011	0	0·101	9·3	7·875	82	110	128	143	156	168	Br.	—	—
								Martin-Metall von **Motala,**								
44	0·170	0·028	0·030	Spur	0·273	9·3	7·876	85	113	131	145	157	169 Br.	—	—	—
45	0·170	0·028	0·030	„	0·273	9·3	7·876	110	145	171 Br.	—	—	—	—	—	—
46	0·220	0·018	0 034	0	0·137	9·3	7·876	83	110	129	142	154	166	Br.	—	—
								Lancashire-Frisch-								
47	0·06	0·046	0·015	0·020	—	9·5	7·849	56	77	89	99	108	116	123	Br.	—
								Lancashire-Frisch-								
48	0·050	0·021	0·026	0 010	—	9·5	7·843	49	70	83	95	102	110	117	123	129
								Puddlingseisen von **Avesta,**								
49	0·070	0·103	0·016	0·015	—	9·3	7·777	49	67	80	Br.	—	—	—	—	—
50	0·050	0·078	0·021	0	—	9·4	7·817	52	71	85	95	104	Br.	—	—	—
51	0·040	0·105	0·016	Spur	—	9·3	7·791	58	77	92	101	Br.	—	—	—	—
								Weicher Stahl (Acier								
52	0·200	0·020	0·081	0·030	0 245	9·4	7·862	76	102	134	145	Br.	—	—	—	—
								Puddlingseisen (Best-								
53	0·070	0·066	0·094	0	—	9·2	7·766	50	68	Br.	—	—	—	—	—	—
54	0·050	0·215	0·125	Spur	—	9·0	7·729	39	52	62	Br.	—	—	—	—	—
								Puddlingseisen (Stafford-								
55	0·060	0·203	0·248	0·020	—	9·3	7·629	Br.	—	—	—	—	—	—	—	—

54 Diese Qualität brach bei dem ersten Schlage mit 1·5 Meter Fallhöhe

(Gewicht des Fallblockes 872 Kilogramm).

gung in Millimeter nach dem																Fallhöhe in Meter	Art des Bruches
10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.		
Schlage																	
Motala, Blech directe aus den Ingots gewalzt																	
122	125	131	134	137	141	145	150	153	154	157	160	162	165	166	172 Br.	1·5	Kl. Sprünge
119	122	126	131	134	138	141	144	147	150	153	154	157	160	163	165 Br.	1·5	„ „
Blech directe aus den Ingots gewalzt																	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4·5	Kl. Sprünge
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4·5	Gr. unr. Spr.
Blech directe aus den Ingots gewalzt																	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4·5	Spur. v. Spr.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9·0	„ „ „
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4·5	Grosse Spr.
eisen von **Motala**																	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1·5	Kl. Sprung
eisen von **Degerfors**																	
134	Br.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1·5	Grosser Sp.
Surahammar und **Motala**																	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1·5	Kl. Sprünge
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1·5	„ „
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1·5	„ „
doux) von **Terre-Noire**																	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4·5	Grosse Spr.
Yorkshire) von **Yorkshire**																	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1·5	Grosse Spr.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1·0	Kl. Sprünge
shire B. B.) von **Staffordshire**																	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1·0	Kl. Sprünge

weshalb eine Fallhöhe von 1·0 Meter angewendet wurde.

Proben auf Zugfestigkeit,

ausgeführt mit denselben Materialien, welche bei den Schlagproben in Anwendung kamen.

Der Querschnitt der Stäbe war annähernd $70 \times 9 = 630$ Quadrat-Millimeter, die Länge der Stäbe 200 Millimeter.

Nicht ausgeglühte Bleche.

Nummer der Probe	Elastische Dehnung	Elasticitätsgrenze (in Kilogramm pro Quadrat-Millimeter)	Bruchgrenze bezogen auf den anfänglichen Querschnitt (in Kilogramm pro Quadrat-Millimeter)	Bruchgrenze bezogen auf den schliesslichen Querschnitt (in Kilogramm pro Quadrat-Millimeter)	Verlängerung in Procenten	Contraction des Bruchquerschnittes in Procenten des anfänglichen Querschnittes	Verhältniss zwischen Elasticitäts- und Bruchgrenze	Textur des Bruches
Bessemer-Metall von **Motala**, Ingots zu Blech verwalzt								
1	0·0959	20·9	36·7	91·8	28·0	58·28	56·9	Dicht
2	0·0971	21·1	40·3	80·8	30·0	50·30	52·3	„
4	0·0977	21·9	42·2	78·4	27·0	46·30	51·9	„
5	0·0990	21·1	43·9	85·3	23·5	48·48	48·1	„
6	0·0986	21·9	49·3	85·7	23·2	42·53	44·4	„
Ingots vorgeschmiedet und zu Blech verwalzt								
1	0·0915	20·4	38·6	103·3	30·0	62·61	52·8	Dicht
2	0·0930	20·0	39·2	82·0	30·0	52·20	51·0	„
4	0·0976	21·4	43·2	75·9	25·9	43·12	49·5	„
5	0·1061	22·7	45·1	95·5	25·0	52·77	50·4	„
6	0·1103	23·2	47·2	85·0	26·5	44·43	49·1	„
Bessemer-Metall von **Iggesund**, Ingots zu Blech verwalzt								
7	0·0895	19·5	37·5	95·2	29·0	60·61	52·0	Dicht
8	0·1062	22·1	40·3	80·9	29·5	50·14	54·8	„
10	0·0985	20·8	42·1	82·8	28·5	49·16	49·4	„
11	0·1143	23·7	48·1	96·0	27·5	49·82	49·3	„
12	0·1214	23·2	51·4	86·6	24·0	40·61	45·1	„
Ingots vorgeschmiedet zu Blech verwalzt								
7	0·1048	22·1	38·0	91·9	26·8	58·42	58·2	Dicht
8	0·1070	22·6	41·8	90·0	27·0	53·60	54·0	„
10	0·0933	20·3	40·3	95·5	30·5	57·82	50·4	„
11	0·1122	24·5	47·4	86·0	27·0	44·81	51·7	„
12	0·1143	23·7	50·8	91·5	24·5	44·48	46·6	„
Bessemer-Metall von **Uddeholm**, Ingots zu Blech verwalzt								
13	0·0731	16·2	35·1	95·7	29·5	63·26	46·1	Dicht
14	0·0799	18·1	34·3	80·7	32·2	57·45	52·8	„
16	0·0957	18·7	37·1	94·6	31·5	60·72	50·4	„
17	0·0896	18·7	41·8	89·9	26·9	53·42	44·7	„
18	0·0898	18·3	40·9	82·6	29·3	50·50	44·7	„
Ingots vorgeschmiedet und zu Blech verwalzt								
13	0·0796	17·2	36·0	103·3	33·0	65·10	47·8	Dicht
14	0·0840	18·3	36·3	92·7	30·0	60·79	50·4	„
16	0·0859	18·8	37·2	83·0	30·5	55·13	50·5	„
17	0·0972	21·1	40·6	79·3	27·5	48·79	51·9	„
18	0·0893	19·3	37·4	81·8	35·5	54·45	51·6	„

Ausgeglühte Bleche.

Nummer der Probe	Elastische Dehnung	Elasticitäts-grenze	Bruchgrenze bezogen auf den		Verlängerung in Procenten	Contraction des Bruchquerschnittes in Procenten des anfänglichen Querschnittes	Verhältniss zwischen Elasticitäts- und Bruchgrenze	Textur des Bruches
			anfänglichen Querschnitt	schliesslichen Querschnitt				
		in Kilogramm pro Quadrat-Millimeter						
Bessemer-Metall von **Motala**, Ingots zu Blech verwalzt								
1	0·0764	16·4	33·6	90·4	36·0	62·77	48·8	Dicht
2	0·0650	15·6	35·2	82·3	31·5	57·17	44·3	„
4	0·0787	17·8	37·2	87·2	31·0	57·35	47·8	„
5	0·0881	19·9	40·6	87·6	30·7	53·63	49·0	„
6	0·0910	18·9	44·2	78·2	31·0	43·45	42·7	„
Ingots vorgeschmiedet und zu Blech verwalzt								
1	0·0895	20·1	37·1	89·9	31·0	58·70	54·1	Dicht
2	0·0629	15·5	34·3	82·8	33·5	58·52	45·2	„
4	0·0810	18·8	38·4	88·9	30·0	56·80	49·0	„
5	0·0834	20·9	40·0	76·0	31·1	48·41	52·2	„
6	0·0871	20·3	40·9	82·2	29·7	50·18	49·6	„
Bessemer-Metall von **Iggesund**, Ingots zu Blech verwalzt								
7	0·0755	17·2	33·7	91·4	34·5	63·13	51·0	Dicht
8	0·0832	17·9	39·0	85·2	32·0	54·18	45·9	„
10	0·0891	20·1	37·7	84·7	30·0	55·19	53·3	„
11	0·0852	19·8	44·3	90·5	28·5	51·00	44·7	„
12	0·0995	21·1	48·2	88·6	28·0	49·62	43·8	„
Ingots vorgeschmiedet und zu Blech verwalzt								
7	0·0509	13·9	35·5	102·0	31·8	65·21	39·1	Dicht
8	0·0755	18·1	41·4	85·2	27·0	51·42	43·7	„
10	0·0866	19·7	41·5	94·3	31·5	55·97	47·4	„
11	0·1005	22·9	45·9	86·9	29·0	47·16	50·0	„
12	0·1001	19·5	49·7	82·4	27·1	39·73	39·2	„
Bessemer-Metall von **Uddeholm**, Ingots zu Blech verwalzt								
13	0·0810	17·9	35·5	91·6	31·0	61·41	50·4	Dicht
14	0·0697	15·6	36·0	94·8	33·6	62·04	43·3	„
16	0·0881	18·8	36·0	93·6	31·0	61·48	52·2	„
17	0·0777	17·2	39·5	79·6	30·9	50·40	43·5	„
18	0·0703	15·6	39·0	82·8	36·5	52·89	40·0	„
Ingots vorgeschmiedet und zu Blech verwalzt								
13	0·0888	19·7	34·8	100·2	30·5	65·28	56·6	Dicht
14	0·0780	19·2	36·0	90·4	33·1	60·55	53·3	„
16	0·0727	16·7	36·0	91·8	31·0	60·78	46·4	„
17	0·0814	18·1	39·7	85·0	30·0	53·23	45·6	„
18	0·0773	18·3	37·8	84·3	34·2	55·13	48·4	„

Gehärtete Bleche

Nummer der Probe	Elastische Dehnung	Elasticitäts-grenze	Bruchgrenze bezogen auf den anfänglichen Querschnitt	Bruchgrenze bezogen auf den schliesslichen Querschnitt	Verlängerung in Procenten	Contraction des Bruchquerschnittes in Procenten des anfänglichen Querschnittes	Verhältniss zwischen Elasticitäts- und Bruchgrenze	Textur des Bruches
		in Kilogramm pro Quadrat-Millimeter						
Bessemer-Metall von **Motala**, Ingots zu Blech verwalzt								
1	—	—	65·5	90·7	19·5	27·74	—	Feine Facetten
2	0·1059	22·9	63·4	87·4	14·0	27·48	36·1	
4	0·1151	24·7	62·7	107·6	14·6	41·73	39·4	Feinkörnig
5	0·1211	25·1	61·6	99·3	18·3	37·93	40·7	Dicht feink.
6	0·1251	26·6	65·4	77·3	12·5	19·95	40·7	Feine Fac.
Ingots vorgeschmiedet und zu Blech verwalzt								
1	0·1236	28·2	66·2	123·4	15·7	46·36	42·6	Dicht u. f. Facetten
2	0·1064	23·7	63·5	98·9	14·5	35·64	37·3	
4	0·1112	22·9	59·6	97·7	18·3	38·97	38·4	Dicht
5	0·1012	22·7	63·7	82·2	11·5	22·47	35·6	Feine Fac.
6	0·0980	21·7	63·5	97·1	17·6	34·58	34·2	„ „
Bessemer-Metall von **Iggesund**, Ingots zu Blech verwalzt								
7	0·1199	26·9	66·4	125·0	15·8	46·82	40·5	Dicht st.
8	0·1171	25·3	64·5	110·4	17·6	41·51	39·2	Dicht
10	0·1142	24·8	62·8	96·0	13·7	34·63	39·5	„
11	0·1086	23·7	62·2	89·6	17·2	30·81	38·1	„
12	0·1093	25·0	68·0	101·6	18·0	33·04	36·8	„
Ingots vorgeschmiedet und zu Blech verwalzt								
7	0·1301	29·4	66·6	105·5	15·7	36·84	44·1	Dicht st.
8	0·1222	26·6	64·9	76·7	11·9	15·28	41·0	Kl. Facetten
10	0·1120	25·3	64·1	112·9	13·2	43·25	39·5	„ „
11	0·1179	26·6	58·3	96·7	16·6	39·67	47·0	Dicht
12	0·1193	26·3	70·5	79·5	8·3	11·32	37·3	Kl. Facetten
Bessemer-Metall von **Uddeholm**, Ingots zu Blech verwalzt								
13	0·0906	20·4	52·1	121·5	19·6	57·07	39·1	Dicht
14	0·1257	29·1	66·8	113·8	13·0	41·26	43·7	Dicht mit kleinen Facetten
16	0·1307	29·1	68·0	83·2	13·5	18·17	42·8	
17	0·1141	27·5	67·6	92·0	14·1	26·45	40·7	
18	0·1144	25·9	68·8	89·6	13·2	23·12	37·6	
Ingots vorgeschmiedet und zu Blech verwalzt								
13	0·1417	31·1	63·6	110·0	15·0	57·09	48·9	Dicht mit kleinen Facetten
14	0·1269	27·8	65·4	116·7	16·5	43·89	42·5	
16	0·1168	26·5	66·4	119·8	15·0	44·55	40·0	
17	0·1114	25·3	66·1	106·1	12·2	37·67	38·3	
18	0·1071	24·3	65·7	96·8	11·2	32·13	37·0	

Name des Werkes	Gattung des Materials und Art der Bearbeitung	Nummer der Probe	Elastische Dehnung	Elasticitätsgrenze	Bruchgrenze bezog. auf den Querschnitt anfänglichen	Bruchgrenze bezog. auf den Querschnitt schliesslichen	Verlängerung in Procenten	Contraction des Bruchquerschnittes in Procenten des anfänglichen	Verhältniss zwischen Elasticitäts- und Bruchgrenze	Textur des Bruches
				in Kil. pro Quadr.-Mill.						
Bessemer-Metall										
Björneborg	directe verwalzt	19	0·1005	21·9	39·9	89·5	28·5	55·45	54·9	Dicht
		21	0·1081	22·5	41·5	85·0	29·0	51·20	54·2	„
		22	0·1139	24·0	41·4	84·4	24·0	50·98	57·9	„
		23	0·0996	20·3	46·1	94·1	27·5	51·04	44·0	„
	vorgeschmiedet und verwalzt	19	0·0926	19 7	37·9	98·4	32·0	61·57	52 0	„
		21	0·0964	20·3	39·4	85·3	28·5	53·76	51·5	„
		22	0·0983	20·5	42·3	87·8	28·5	51·81	48·4	„
		23	0·0962	20·6	46·4	95·3	31·5	51·46	44·4	„
Surahammar	directe verwalzt	25	0·0546	12·4	37·2	80·1	25·5	53·58	33·3	„
		26	0·1408	31·9	45·3	75·6	23·0	39·99	70·4	„
Storfors	directe verwalzt	27	0·0889	18·8	36·8	101·7	33·5	63·81	51·1	„
		28	0·0907	19·4	39·2	90·2	27·5	56·55	49·5	„
		20	0·1099	24·4	42·4	102·0	26·0	58·40	57·5	„
	vorgeschmiedet und verwalzt	27	0·0958	20·1	37·9	94·6	34·2	59·90	53·0	„
		28	0·0944	19·5	37·5	82·0	30·5	54·19	52 0	„
		30	0·1034	21·2	39 8	82·5	30·0	51·67	53·2	„
Nyhammar	directe verwalzt	31	0·1010	20·1	40·3	78·6	29·5	48 66	50·0	„
		34	0·1058	21·0	40·9	92·5	29·0	55·58	51·3	„
		35	0·1054	21·3	43·5	76·0	27·4	42·61	48·9	„
		36	0·1180	22·9	48·6	82·7	24·0	41·27	47·1	„
	vorgeschmiedet und verwalzt	31	0·1076	24·0	38·8	88·3	29·5	56·02	61·9	„
		35	0·0977	22·1	45·5	63·4	25·0	28·15	48·6	„
		36	0·1151	26·3	52·2	85·3	23·5	38·78	50·4	„
	directe verwalzt	37	0·0659	15·0	38·3	91·6	33·5	58·15	39·2	„
		38	0·0805	19·1	46·4	86·3	29·5	46·17	41·1	„
Martin-Metall										
Uddeholm	nicht ausgeglüht	42	0·0593	13·9	34·0	93·8	38·3	63·59	40·9	Dicht
		43	0·0565	12·2	37·9	77·4	35·1	51·11	32·2	„
	ausgeglüht	42	0·0645	14·0	32·8	92·2	33·5	65·97	42·7	„
		44	0·0660	14·5	36·7	84·0	32·5	56·34	39·5	„
	gehärtet	42	0·0992	21·9	56·3	91·8	12·4	38·65	38·9	„
		43	0·0761	16·8	50·5	95·0	23·5	46·84	33·2	„
Motala	nicht ausgeglüht	44	0·0855	19·1	40·2	78·1	30·6	48·43	47·5	„
		46	0·0871	19·1	41·7	83·3	28·7	49·92	45·8	„
	ausgeglüht	44	0·0933	20·6	39·3	96·2	30·7	55·95	52·4	„
		46	0·0744	16·8	38·2	90·0	34·1	57·46	44·0	„
	gehärtet	44	0·1101	24·0	53·9	110·0	15·0	50·93	45·5	„
		46	0·1015	21·4	56·2	101·1	23·5	44·71	38·1	„

Name des Werkes	Gattung des Materiales und Art der Bearbeitung	Nummer der Probe	Elastische Dehnung	Elasticitätsgrenze (in Kil. pro Quadr.-Mill.)	Bruchgrenze bezog. auf den Querschnitt (in Kil. pro Quadr.-Mill.): anfänglichen	Bruchgrenze bezog. auf den Querschnitt (in Kil. pro Quadr.-Mill.): schliesslichen	Verlängerung in Procenten	Contraction des Bruchquerschnittes in Procenten des anfänglichen	Verhältniss zwischen Elasticitäts- und Bruchgrenze	Textur des Bruches
				Lancashire-Herdfrischeisen						
Motala	In der Walzrichtung	47	0·0636	13·4	34·0	46·9	20·5	27·40	36·5	Dicht
	Senkrecht auf die Walzricht.	47	0·0635	14·2	33·7	40·1	20·0	16·17	42·1	„
Degerfors	In der Walzrichtung	48	0·0755	15·7	31·2	47·5	25·5	34·17	50·3	„
	Senkrecht auf die Walzricht.	48	0·0733	14·9	32·5	46·2	22·0	29·57	45·8	„
				Puddlingseisen						
Avesta	In der Walzrichtung	49	0·0782	15·6	33·2	43·3	22·0	23·31	47·0	Sehnig
	Senkrecht auf die Walzricht.	49	0·0820	17·2	32·1	35·5	8·5	9·52	53·6	„
Surahammar	In der Walzrichtung	50	0·0555	10·1	27·8	48·1	29·5	42·16	36·3	„
	Senkrecht auf die Walzricht.	50	0·0636	13·2	31·5	36·9	12·3	14·57	41·9	„
Motala	In der Walzrichtung	51	0·0800	15·7	33·6	42·8	17·0	21·41	46·7	„
	Senkrecht auf die Walzricht.	51	0·0657	14·0	29·6	33·2	9·0	10·58	47·3	„
				Fremde Eisensorten:						
				Martin-Metall						
Terre-Noire	Acier doux	52	0·0958	21·5	44·6	95·0	25·8	53·07	48·2	Dicht
				Puddlingseisen						
Best-Yorkshire	*a* In der Walzrichtung	53	0·0876	18·6	36·6	40·2	9·5	10·45	51·6	Sehnig
	a Senkrecht auf die Walzr.	53	0·0895	18·9	35·9	40·0	7·0	10·30	52·7	„
	b In der Walzrichtung	54	0·0867	17·7	38·9	44·5	9·5	12·49	45·5	„
	b Senkrecht auf die Walzr.	54	0·0706	15·1	36·3	39·6	8·0	8·52	41·6	„
Staffordshire	In der Walzrichtung	55	0·0762	15 3	34·4	37·1	8·5	7·34	44·5	„
	Senkrecht auf die Walzricht.	55	0·0744	15·2	28·2	28·8	2·8	1·80	53·9	Sehnig mit einigen Facetten

STUDIEN

über die Verwendung von Bessemer-Metall zur Erzeugung von Schiffsblechen.

Ausgeführt in Seraing.

Das Bestreben, mit Hilfe des Bessemer-Processes weichere Producte zu erzeugen, um allmälig das Puddlingseisen aus der Reihe der Constructions-Materialien zu verdrängen, tritt immer mehr und mehr hervor.

Einen wesentlichen Schritt vorwärts hat in dieser Beziehung Seraing gethan, in der Absicht, seinen Fabricaten aus Bessemer-Metall beim Schiffbau Eingang zu verschaffen.

Seraing hat für seinen Bessemer-Stahl folgende Classification eingeführt:

Nummer der Classe	I	II	III	IV
Beschaffenheit	sehr weich	weich	hart	sehr hart
Kohlenstoffgehalt in Procenten	0·05—0·20	0·20—0·35	0·35—0·50	0·50—0·65
Bruchfestigkeit pro Quadrat-Millimeter in Kilogramm . .	40—50	50—60	60—70	70—80
Verlängerung in Procenten bei 200 Millim. Länge der Stäbe	27—20	20—15	15—10	10—5

Die Producte der einzelnen Classen haben folgende Eigenschaften und werden zu den nachstehend angeführten Fabricaten verwendet.

Sehr weicher Stahl lässt sich schweissen, aber nicht härten und wird für Kessel-, Schiff- und Brückenbleche, für Kanonenfretten, Nägel, Draht, gestanzte und gepresste Waaren verwendet. Dieses Materiale soll das beste schwedische Eisen ersetzen, ja in vieler Beziehung noch übertreffen.

Weicher Stahl lässt sich noch schweissen, aber auch schon etwas härten. Er dient zur Herstellung von Waggon- und Locomotiv-Achsen, Bandagen, Rails, Gewehrläufen und Kanonen, und eignet sich im Allgemeinen für alle Maschinenbestandtheile, an

welche grosse Anforderungen in Bezug auf Biegung und Torsion gestellt werden.

Harter Stahl lässt sich gut härten aber schwer schweissen. Verwendet wird derselbe zur Erzeugung von Rails und Bandagen besonderer Qualität, sowie von Federn, Klingen, Maschinenbestandtheilen, welche der Abnützung durch Reibung unterworfen sind, endlich noch für Hämmer und Gesteinsbohrer.

Sehr harter Stahl. Derselbe lässt sich nicht mehr schweissen, aber sehr gut härten und wird zur Herstellung von feinen Federn, Feilen, Fraisen, Sägen und anderen Schneidwerkzeugen verwendet.

Man ersieht daraus, dass man bemüht ist, eine viel einfachere Classification einzuführen, und dass man in Seraing von der Erzeugung jener Stahlsorten mittelst des Bessemer-Processes, welche mehr als 0·65 Procent Kohlenstoff haben, ganz absieht. Auffallen muss hingegen, dass schon von dem Stahle mit einem Gehalte von 0·35 bis 0·50 Procent Kohlenstoff angegeben wird, dass er sich sehr schwer, bei mehr als 0·50 Procent gar nicht mehr schweissen lasse, während sich die österreichischen Stahlsorten bei einem bedeutend höheren Gehalte an Kohlenstoff noch recht gut schweissen lassen.

Das Roheisen wird directe vom Hohofen weg verwendet, und werden die besten ausländischen Erze angekauft, um nur gute Producte zu erzeugen. Den diesbezüglichen Schmelzmaterialien waren folgende Analysen zur Erklärung beigegeben:

Chemische Zusammensetzung	Erze						Zuschlagskalk von Engis
	Mokta (in Algier)	Tafna (in Algier)	Bilbao Campanilla	Caridat (Cartagena)	Sierra (Cartagena)	Schweden	
Flüchtige Bestandtheile	2·800	4·700	8·800	9·600	12·000	Spur	43·20
Unlösliche Bestandtheile	5·400	3·200	7·000	13·200	9·500	19·000	0·70
Thonerde	Spur	Spur	Spur	1·250	1·000	Spur	Spur
Kalkerde	0·800	2·100	4·000	3·100	1·250	„	54·00
Talkerde	Spur	Spur	Spur	Spur	Spur	„	Spur
Manganoxyd	2·000	2·700	1·300	12·500	39·200	„	0·25
Eisenoxyd	88·150	86·650	78·700	60·000	36·550	80·000	1·95
Schwefel	0·027	0·045	0·030	0·150	0·150	0·250	—
Phosphor	0·025	0·027	0·010	0·035	0·020	0·010	—
Summe	99·202	99·422	99·840	99·835	99·670	99·260	100·10
Gehalt an Eisen	61·70	61·65	55·10	42·00	25·65	52·00	1·40
„ „ Mangan	1·45	1·95	0·95	9·00	28·50	Spur	0·15

Aus diesen vorzüglichen Materialien werden erzeugt:

		Bessemer-Roheisen		Spiegeleisen	
welche enthalten:	Silicium . . .	2·000	Procent	0·500	Procent
	Schwefel . . .	0·040	„	0·020	„
	Phosphor . . .	0·040	„	0·046	„
	Mangan . . .	2·000	„	10·000	„

Die bei Erzeugung dieser Producte abfallende Schlacke hat folgende Zusammensetzung:

Kieselerde	40·70	41·30
Thonerde	12·25	8·80
Kalkerde	40·60	4·40
Talkerde	2·50	Spur
Manganoxyd	1·55	9·10
Eisenoxyd	—	0·50
Schwefel	1·20	—
Phosphor	—	—

Das aus diesen Roheisensorten erblasene weiche Bessemer-Metall gehört zu den reinsten und besten, und sollen die Analysen der Producte von drei Chargen mit den Analysen von drei anderen Producten, welche in England zum Schiffbau verwendet wurden, verglichen werden:

	Bessemer-Metall von Seraing Chargennummer			Englisches Bessemer-Metall für den Schiffbau	Schwedisches Bessemer-Metall für den Schiffbau	
	8844	6593	6594			
Gehalt an Kohlenstoff in Procenten	0·080	0·100	0·150	0·180	0·140	0·180
„ „ Silicium „ „	0·020	0·010	0·010	Spur	0·020	0·020
„ „ Schwefel „ „	0·050	0·050	0·065	0·110	0·030	0·030
„ „ Phosphor „ „	0·065	0·045	0·045	0·066	0·055	0·088
„ „ Mangan „ „	0·430	0·030	0·030	0·430	0·650	0·650

Mit Blechen, welche aus dem Bessemer-Metall der Chargen Nr. 8844, 6593 und 6594 erzeugt wurden, hat man in England durch einen Delegirten des Lloyd, Herrn Williamson, Proben auf Zug durchführen lassen, und in Folge der erhaltenen Resultate die Verwendbarkeit derselben zum Schiffbau, sowie die Gleichförmigkeit der Resultate bei ausgeglühten Blechen nachgewiesen.

Um ferner die Güte der Bleche zu zeigen, wurden noch Schlagproben durchgeführt.

Um endlich den Einfluss zu studiren, ob die Nietlöcher in den Blechen zu bohren oder zu stanzen sind, welchen Vortheil etwa die erstere Methode gegenüber der zweiten biete, wurden auch in dieser Richtung Versuche durchgeführt, und sollen die bei diesen Proben erhaltenen Resultate in gedrängter Form ebenfalls hier folgen.

Festigkeitsproben auf Zug.

Ausgeführt mit Blechen aus Bessemer-Metall von Seraing.

Länge der Stäbe 8 Zoll engl. = 203·3 Millimeter.

Nr. der Chargen		Querschnitt in Quadrat-Millimeter	Belastung an der Elasticitätsgrenze in Kilogramm pro Quadrat-Millimeter	Belastung an der Bruchgrenze des Querschnittes in Kilogramm pro Quadrat-Millimeter: anfänglichen	Belastung an der Bruchgrenze des Querschnittes in Kilogramm pro Quadrat-Millimeter: schliesslichen	Verhältniss der Belastung an der Elasticitäts- und Bruchgrenze	Dehnung in Procenten: bei einer Belastung von 38·0 Kilogr. pro Quadr.-Millim.	Dehnung in Procenten: nach dem Reissen	Bruch-Aussehen
In der Walzrichtung									
8844	Nicht ausgeglüht	211·2	30·8	40·6	100·0	75·1	13·1	22·2	Seidenartig
8844		279·1	24·2	37·7	106·8	63·6	21·5	27·6	
6593		236·9	24·3	41·0	108·2	59·1	13·1	27·5	
6593		209·6	40·1	54·3	109·9	73·9	0	18·8	
6594		233·9	25·3	42·9	115·5	59·1	9·5	26·0	
	Mittelwerthe	235·8	28·7	43·2	107·9	66·1	11·4	24·4	
8844	Ausgeglüht. .	212·8	34·9	45·0	101·4	77·8	5·2	25·0	Seidenartig
8844		256·1	32·9	47·8	117·4	68·8	5·7	24·1	
8844		244·4	30·8	44·8	100·2	68·7	4·0	20·1	
6593		260·5	33·2	45·7	95·1	72·7	5·1	21·4	
6593		269·0	30·8	45·1	86·1	68·2	5·2	21·1	
6594		204·5	30·1	45·0	120·5	66·7	5·7	20·1	
	Mittelwerthe	223·1	32·0	45·6	93·3	70·5	5·1	21·1	
Senkrecht auf die Walzrichtung									
8844	Ausgeglüht. .	211·0	35·5	45·3	88·7	78·5	4·7	20·0	Seidenartig
8844		263·8	32·9	46·5	86·5	70·8	5·2	24·0	
8844		216·7	34·3	43·4	102·4	77·4	6·0	22·1	
6593		244·5	31·7	43·8	102·0	72·2	6·6	21·5	
6593		269·0	31·2	45·1	99·2	69·2	5·0	21·2	
6594		238·6	28·0	42·5	88·7	65·7	7·2	21·5	
	Mittelwerthe	240·6	32·1	44·3	96·2	72·3	5·8	21·7	

Um den Unterschied kennen zu lernen, der dadurch entsteht, dass man die Bleche entweder locht oder bohrt, wurden Proben derselben Bleche mit ausgestanzten Löchern und gebohrten Löchern von gleichem Durchmesser hergestellt und das Verhältniss der Zugfestigkeit der nicht gelochten und gelochten Bleche ermittelt.

Die folgenden Zahlen geben das Verhältniss der Festigkeit des nicht gelochten Bleches = 1 zur Festigkeit des gelochten Bleches, wenn gleicher Querschnitt vorausgesetzt wird.

Nr. 8844	nicht ausgeglüht, in der Walzrichtung gebohrtes Loch . .	1 : 1
„ 8844	nicht ausgeglüht, senkrecht auf die Walzricht. gebohrtes Loch	1 : 1
„ 8844	ausgeglüht, in der Walzrichtung gestanztes Loch	1 : 0·89
„ 8844	ausgeglüht, senkrecht auf die Walzrichtung gestanztes Loch	1 : 0·89
„ 6594	nicht ausgeglüht, in der Walzrichtung gebohrtes Loch . .	1 : 1
„ 6594	nicht ausgeglüht, senkrecht auf die Walzricht. gebohrtes Loch	1 : 1
„ 6594	ausgeglüht, in der Walzrichtung gestanztes Loch	1 : 0·94
„ 6594	ausgeglüht, senkrecht auf die Walzrichtung gestanztes Loch	1 : 0·81

Der Bruch an den gestanzten Löchern zeigte eine krystallinische Textur, während bei den gebohrten Löchern der gleiche Seidenglanz sichtbar war. Der Verlust an Festigkeit, der durch das Stanzen hervorgebracht wird, schwankt zwischen 6 und 19 Procent, und beträgt im Mittel von diesen vier Proben nahe 12 Procent, ist somit immerhin als bedeutend zu bezeichnen.

VERGLEICHENDE VERSUCHE

über Ingotmateriale, erzeugt in Bessemer-Convertern und in Siemens-Martin-Oefen.

Ausgeführt mit Materialien des Eisenwerkes Reschitza im Banate.

Die k. k. priv. österreichische Staatseisenbahn-Gesellschaft in Wien hat ebenfalls eine äusserst interessante Reihe von Festigkeitsproben mit den Producten des Eisenwerkes Reschitza im Banate durch Professor Bauschinger in München durchführen lassen und die Probestücke ausgestellt, sowie die Resultate dieser Proben bei Gelegenheit der Weltausstellung in Paris 1878 veröffentlicht.

Es haben diese Resultate nicht nur ein speciell locales, sondern auch ein allgemeines Interesse, weil sie wesentlich dazu beitragen, die Eigenschaften der aus denselben Rohmaterialien mittelst verschiedener Processe erzeugten Fabricate näher zu studiren, somit die Mittel an die Hand geben, den Werth der einzelnen Processe für bestimmte Fabricate kennen zu lernen.

So sorgfältig diese Versuche auch in mechanischer Beziehung ausgeführt wurden, so muss andererseits sehr bedauert werden, dass nicht genügend Gewicht auf die chemische Zusammensetzung der Probematerialien gelegt wurde*). Wären in ähnlicher Weise chemische Analysen beigegeben worden, wie dies bei den vom Jernkontoret ausgeführten Untersuchungen, sowie bei den von der Compagnie des Fonderies et Forges zu Terre-Noire etc. durchgeführten Studien der Fall ist, so würden dieselben einen ungleich höheren Werth haben, es würden dieselben nebenbei

---

*) Die nothwendig erscheinenden Analysen könnten jetzt noch leicht nachgetragen werden, wenn sie noch nicht existiren sollten, da ja die Probestangen noch vollständig vorhanden sind, und die Staatseisenbahn-Gesellschaft über ein vorzüglich eingerichtetes Laboratorium verfügt, welches von einem bewährten Fachmanne vorzüglich geleitet wird.

wesentliche Aufschlüsse über den Einfluss der einzelnen Elemente auf die Eigenschaften des Eisens zu geben vermögen.

Den Proben wurden folgende Producte unterworfen:

1. Martin-Stahl von der Härte Nr. 2 bis 7 . .	M. St.
2. Bessemer-Stahl von der Härte Nr. 3 bis 7. .	B. St.
Puddlings-Eisen, und zwar Feinkorn-Eisen . .	K.
Sehniges Eisen . .	S.
Roheisen, und zwar Holzkohlen-Roheisen . .	H. R.
sowie Giesserei-Roheisen mit Cokes erblasen .	C. R.

Métal mixte, Mischungen von Giesserei-Cokes-Roheisen mit Stahl, und zwar mit 10 und 20 Procent Stahl in 100 Theilen des Gemenges, bezeichnet mit $\frac{10}{90}$ und $\frac{20}{80}$.

Mit all' diesen Materialien aus Eisen und Stahl wurden Proben auf Druck, Zug, Biegung und Torsion ausgeführt. Mit den vier Roheisenproben wurden jedoch nur die Versuche auf Druck, Zug und Biegung ausgeführt.

Besondere Sorgfalt wurde auf die Herstellung der Probestäbe verwendet.

Zur Erzeugung des Bessemer- und Martin-Metalls wurde nur Holzkohlen-Roheisen, welches durch Verschmelzen eines Gemenges von Magnetiten mit etwas rothen und braunen Hämatiten erhalten wird, verwendet*).

Zur Erzeugung des Bessemer-Metalls wird das Roheisen unmittelbar dem Hohofen entnommen und der Process ohne Zusatz von Rückkohlungs-Eisen vollendet, da das Roheisen einen hinreichenden Gehalt an Mangan besitzt. Eine Charge besteht aus 7 bis 10 Tonnen.

Die Abfälle, welche bei der Erzeugung von Rails, Bandagen und Achsen erhalten werden, arbeitet man im Martin-Ofen auf, wobei Roheisen von den Hohöfen in Bogsan und Dognasca verwendet wird. Dabei werden in 24 Stunden zwei Chargen zu

---

*) Analysen von Erzen und den verschiedenen Roheisensorten wurden schon so häufig veröffentlicht, dass ich es nicht für nothwendig halte, nur allgemeine Daten zu bringen, welche nicht unmittelbar mit den Proben zusammenhängen.

10 Tonnen gemacht und zur Vollendung des Processes Ferromangan zugesetzt*).

Das Puddlingseisen wird ebenfalls aus Holzkohlen-Roheisen in einfachen Puddlingsöfen, welche mit reichen Hämatiten ausgefüttert sind, erzeugt. Für Qualitätseisen werden in 12 Stunden 5 bis 6 Chargen zu 200 Kilogramm ausgearbeitet und die Luppen unter einem 6 Tonnen-Hammer abgeschmiedet. Man arbeitet so viel als möglich aus dem Ganzen, um das Zusammenschweissen, Paquetiren thunlichst zu vermeiden. Bei Erzeugung von gewöhnlichem Eisen werden in 12 Stunden 5 Chargen zu 300 Kilogramm Einsatz gemacht.

Für die Proben auf Zugfestigkeit wurden die Probestangen auf folgende Weise erzeugt:

Bessemer- und Martin-Metall wurde in Blöcken von 400 Millimeter im Quadrate gegossen und mit einer Hitze unter einem Hammer von 17 Tonnen Gewicht zu Bramen von 100 Millimeter im Quadrat abgeschmiedet. Mit einer zweiten Hitze wurden sie zu Rund oder Flachstäben ausgewalzt, da meist Parallelproben mit Rund- und Flachstäben ausgeführt wurden. Die Rundstäbe von 46 Millimeter Durchmesser und etwa 7 Meter Länge wurden für zwei Proben zu 400 Millimeter und 4600 Millimeter Länge verwendet; die kleinere derselben wurde abgedreht, für eine Probestange von 400 Millimeter Länge und 25 Millimeter Durchmesser, die längere aber für eine solche von 4500 Millimeter Länge und 36 Millimeter Durchmesser verwendet. Das Quer-

*) Bei Sortirung des Bessemer- und Martin-Metalls wird die gewöhnliche Härtescala in Anwendung gebracht. Die bei Gelegenheit der Ausstellung gebrachten Analysen des der Gesellschaft gehörigen Laboratoriums in Oravitza enthalten folgende Reihe von Kohlenstoff-Bestimmungen, welche mit diesen Proben im Zusammenhange stehen dürften, weshalb ich sie hier anführen will:

	Bessemer-Metall	Martin-Metall
	Kohlenstoffgehalt in Procenten	
Härtenummer 2	—	1·142
„ 3	0·894	0·934
„ 4	0·702	0·808
„ 5	0·437	0·562
„ 6	0·235	0·304
„ 7	0·114	0·109

Puddlingseisen, und zwar Feinkorneisen K. 0·317 Procent Kohlenstoff
„ „ „ Sehniges Eisen S. 0·123 „ „

schnittsverhältniss zwischen den fertig gewalzten Stangen und den verwendeten Ingots ist = 1 : 93.

Die obangeführten Flachstäbe erhielten einen Querschnitt von 90 auf 22 Millimeter und ebenfalls eine Länge von nahe 7 Meter. Auch von diesen wurden zwei Probestangen von der angeführten Länge, aber mit einem Querschnitte von 60 × 12 Millimeter für den kleineren Stab und von 80 × 12 Millimeter für den längeren Stab hergestellt.

Das Verhältniss des schliesslichen Querschnittes zum ursprünglichen war = 1 : 77.

Die Puddlingsluppen bekamen noch eine Hammer- und dann eine Walzhitze. Die Rundstäbe hatten nach dem Walzen einen Durchmesser von 60 Millimeter und die Probestäbe nach vollständiger Bearbeitung 25 und 50 Millimeter Durchmesser. Die Flachstäbe erhielten einen Querschnitt von 80 × 20 und 100 × 20 Millimeter. Bemerkt muss noch werden, dass in beiden Fällen bei den Probestangen von 4500 Millimeter Länge die Verstärkungen zum Einspannen durch Stauchen erhalten wurden. Diese langen Stäbe dienten dazu, nicht nur die Zugfestigkeit, sondern auch die Homogenität zu erproben.

Die Probestangen aus Roheisen, sowie aus dem Gemenge von Roheisen und Stahl wurden aus dem Flammofen (somit zweite Schmelzung) in vertical gestellte Formen gegossen. Die Querschnitts-Dimensionen der Formen waren um 10 Millimeter stärker als die fertig bearbeiteten Stäbe. Die ausgearbeiteten Probestangen erhielten 1500 Millimeter Länge, die runden einen Durchmesser von 70 Millimeter, die Flachstäbe einen Querschnitt von 80 × 50 Millimeter.

Die Probestangen zur Untersuchung des Materials in Achsen, Bandagen und Rails wurden in den für Bessemer- und Martin-Stahl angegebenen Dimensionen kalt ausgearbeitet. Da die Achsen aus Blöcken von quadratischem Querschnitt mit 400 Millimeter Seite abgeschmiedet wurden, so verhält sich der schliessliche Querschnitt zum anfänglichen wie 1 : 11.

Bei Bandagen stellt sich dieses Verhältniss wie 1 : 8·5 und bei Rails wie 1 : 19.

Auf diese Weise wurden aus der currenten Fabrication von Achsen (A), Bandagen (T), und Rails (R) von den Härtenummern

4, 5 und 6 sowohl aus Martin-, sowie aus Bessemer-Metall Probestangen hergestellt, welche die Marke M_4 A, M_4 T, M_4 R oder B_4 A, B_4 T, B_4 R etc. tragen. Bleche wurden sowohl aus Bessemer- als Martin-Metall von den Härtenummern 4, 5 und 6 erzeugt und je zwei Probestangen in der Walzrichtung und senkrecht darauf mit 400 Millimeter Länge und einem Querschnitte von 12×60 Millimeter hergestellt.

Für die Proben auf Druck (Compression) wurden Cylinder von 35 Millimeter Durchmesser und 100 Millimeter Länge, sowie Prismen von $30 \times 30 \times 90$ Millimeter, und zwar sowohl aus abgeschmiedetem und gewalztem Materiale, sowie aus den nicht bearbeiteten Ingots hergestellt. Bei den bearbeiteten Proben war das Verhältniss des Schluss-Querschnittes zum ursprünglichen bei Rundstäben wie 1:93, bei Quadratstäben wie 1:123.

Für die Biegungsversuche wurden Ingots von 400 Millimeter Seitenlänge wie für die Proben auf Zug verarbeitet, und Rundstäbe von 1200 Millimeter Länge und 135 Millimeter Durchmesser, sowie Flachstäbe von $140 \times 40 \times 1200$ Millimeter ausgefertigt. Vor der Adjustage war das Verhältniss des Querschnittes der abgeschmiedeten Stäbe zum Querschnitt der Ingots bei den Rundstäben wie 1:9, bei den Flachstäben wie 1:11.

Die Puddlingsluppen wurden unter dem Hammer in zwei Hitzen zu Rundstäben von 180 Millimeter Durchmesser oder zu Flachstäben von 170×190 Millimeter Querschnitt verarbeitet. Die adjustirten Stäbe hatten 170 Millimeter Durchmesser und 1200 Millimeter Länge, sowie die Flachstäbe $30 \times 160 \times 1200$ Millimeter.

Die Roheisenstäbe wurden, wie bei den Versuchen auf Zug angegeben, hergestellt und erhielten 200 Millimeter Durchmesser und 1500 Millimeter Länge, sowie die Flachstäbe $100 \times 200 \times 1500$ Millimeter.

Für die Proben auf Torsion wurden ebenfalls Ingots von 400 Millimeter Seitenlänge auf einen Querschnitt von 180 Millimeter Seitenlänge mit einer Hitze abgeschmiedet und dann in der Mitte mit einer zweiten Hitze auf 500 Millimeter Länge, cylindrisch auf 110 Millimeter Durchmesser oder quadratisch auf 110 Millimeter Seitenlänge abgeschmiedet und auf 100 Millimeter adjustirt. Das Verhältniss des abgeschmiedeten zum ursprünglichen Querschnitte stellte sich wie 1:16·3 und wie 1:12·8.

Aus den Puddlingsluppen wurden mit zwei Hitzen Bramen von 180 Millimeter Seitenlänge geschmiedet und diese mit einer dritten Hitze zu zwei Barren von 110 Millimeter Seitenlänge abgeschmiedet, welche dann auf die früher angegebenen Dimensionen adjustirt wurden.

Den Proben auf Druck wurden alle Materialien unterworfen und dabei sowohl die aus rohem, das heisst nur gegossenem Martin- und Bessemer-Metall, sowie solche aus gewalzten oder geschmiedeten Stücken erzeugten Probestangen versucht. Rechteckiger oder richtiger quadratischer Querschnitt kam nur bei jenen Probestücken in Anwendung, welche aus bearbeitetem Materiale hergestellt wurden. Im Allgemeinen zeigt das mechanisch nicht bearbeitete Material einen etwas kleineren Elasticitätsmodul und eine bedeutend tiefer liegende Elasticitätsgrenze.

Den Festigkeitsproben auf Zug hingegen wurden nur, wie schon früher erwähnt, speciell dafür vorgerichtete Probestangen von runden und rechteckigem (quadratischem) Querschnitt, sowie Probestangen aus Achsen, Bandagen und Rails unterworfen. Diese letzteren wurden nur aus Materialien der Härte-Nummern 4, 5 und 6 erzeugt, weil diese Artikel in Reschitza weder aus härterem noch weicherem Materiale erzeugt werden. Die Buchstaben *a* und *b*, welche den beiden Proben beigefügt erscheinen, deuten nur darauf hin, dass je zwei Probestangen aus dem gleichen Materiale hergestellt und den Versuchen unterworfen wurden. Alle Probestangen aus diesen Materialien hatten einen runden Querschnitt.

Die Probestangen aus den Blechen geschnitten, hatten wie bereits früher erwähnt, einen rechteckigen Querschnitt von $12 \times 60 = 720$ Quadrat-Millimeter und deuten die Buchstaben *a* und *b* wieder auf die Durchführung von Parallelproben mit demselben Materiale hin.

Da es nicht thunlich ist, alle mit diesen Materialien durchgeführten Versuche im Detail zu bringen, beschränkte ich mich darauf, nur die wichtigsten Schlussresultate, in gedrängtester Form zusammengestellt, wiederzugeben, und einige Schlüsse, die sich aus dem Inhalte der Tabellen ziehen lassen, beizufügen.

Proben auf Druck.

Materiale	Härtenummer	Art der Bearbeitung und Querschnitt	Specifisches Gewicht	Elasticitäts-Modul	Elasticitäts-grenze	Beginn des Zerstückens bei Belast.	Maximal-Belastung	Anmerkung
				Kilogr. pro Quadrat-Millim.				
Martin-Metall	2	roh rund	7·7826	22.120	38·44	—	175	Der Br. erf. schief
		bearbeitet rechteckig	7·8357	22.090	37·78	129	211	„ „ „ „
		bearbeitet rund	7·8339	22.900	27·25	—	175	Zerdrückt
	3	roh rund	7·8364	20.930	21·22	—	185	Der Br. erf. schief
		bearbeitet rechteckig	7·8379	22.550	34·44	105	216	Nicht zerdrückt
		bearbeitet rund	7·8403	22.400	37·62	—	198	Der Br. erf. schief
	4	roh rund	7·8426	20.590	16·97	—	160	„ „ „ „
		bearbeitet rechteckig	7·8500	22.220	20·00	86	140	Nicht zerdrückt
		bearbeitet rund	7·8534	22.280	24·20	80	156	„ „
	5	roh rund	7·8363	19.570	14·95	—	150	„ „
		bearbeitet rechteckig	7·8552	22.660	17·90	71	114	„ „
		bearbeitet rund	7·8559	22.820	29·44	70	126	„ „
	6	roh rund	7·8451	19.960	14·85	—	122	„ „
		bearbeitet rechteckig	7·8612	22.520	17·84	67	91	„ „
		bearbeitet rund	7·8636	22.920	26·12	66	105	„ „
	7	roh rund	7·8541	20.500	16·13	—	86	„ „
		bearbeitet rechteckig	7·8676	22.220	14·44	50	105	„ „
		bearbeitet rund	7·8673	22.720	24·20	56	102	„ „
Bessemer-Metall	3	roh rund	7·8467	21.480	14·95	—	165	„ „
		bearbeitet rechteckig	7·8425	22.250	34·44	139	190	Der Br. erf. schief
		bearbeitet rund	7·7902	22.880	53·60	143	174	„ „ „ „
	4	roh rund	7·8432	21.730	17·08	—	127	Nicht zerdrückt
		bearbeitet rechteckig	7·8475	22.310	32·44	98	145	„ „
		bearbeitet rund	7·8504	22.770	30·40	107	142	„ „
	5	roh rund	7·8353	21.450	20·28	—	150	„ „
		bearbeitet rechteckig	7·8465	22.500	23·50	77	117	„ „
		bearbeitet rund	7·8463	22.720	28·20	91	122	„ „
	6	roh rund	7·8488	20.990	15 83	—	107	„ „
		bearbeitet rechteckig	7·8568	22.280	16·80	73	137	„ „
		bearbeitet rund	7·8578	22.150	27·11	86	112	„ „
	7	roh rund	7·8518	20.000	9·50	—	91	„ „
		bearbeitet rechteckig	7·8571	22.630	15·66	64	101	„ „
		bearbeitet rund	7·8590	22.600	29·35	63	107	„ „

Proben auf Druck.

Materiale	Querschnitt der Probestangen	Specifisches Gewicht	Elasticitäts-Modul	Elasticitätsgrenze	Beginn des Zerdrückens bei Belastung von	Maximalbelastung	Anmerkung
			Kilogramm pro Quadrat-Millimeter				
Puddlingseisen:							
Sehnig	rechteckig	7·8091	21.300	14·40	39	73	Nicht zerdrückt
	rund	7·8169	22.300	14·63	48	89	" "
Feinkorn	rechteckig	7·8107	22.800	6·13	50	100	" "
	rund	7·8118	19.860	5·25	55	100	" "
Roheisen:							
Mit Cokes erblasen	rechteckig	7·2329	11.100	—	—	80	Zerdrückt
	rund	7·2293	11.300	—	—	76	"
Mit Holzkohlen erblasen	rechteckig	7·2809	11.260	—	—	86	"
	rund	7 2764	11.540	—	—	84	"
Mischung von Stahl und Roheisen:							
10 Stahl / 90 Roheisen	rechteckig	7·2950	13.180	—	—	90	"
	rund	7·3344	13.910	—	—	93	"
20 Stahl / 80 Roheisen	rechteckig	7·3054	12.180	—	—	95	"
	rund	7·3125	13.320	—	—	96	"

Festigkeitsproben auf

Härtenummer	Form des Querschnittes	Bezeichnung des Materiales		Elasticitäts-Modul	Elasticitätsgrenze	Bruchgrenze
				in Kilogramm pro Quadrat-Millimeter		
2	Rechteckig Rund. .			21.870 22.000	36·06 36·00	69·35 75·77
3	Rechteckig Rund. .	Probe		21.890 22.700	28·06 31·06	77·85 73·10
4	Rechteckig Rund. .			22.360 22.180	25·70 22·49	69·79 59·82
		Achsen	*a*) *b*)	22.670 —	18·60 —	62·10 62·10
		Bandagen	*a*) *b*)	22.690 —	16·60 —	61·60 61·60
		Rails	*a*) *b*)	22.410 22.590	16·60 16·60	60·00 61·60
		Blech in der Walzrichtung	*a*) *b*)	21.980 —	16·80 —	59·50 58·80
		Blech senkrecht auf die Walzrichtung .	*a*) *b*)	21.890 —	26·60 —	58·80 62·10
5	Rechteckig Rund. .	Probe		22.180 21.970	23·58 21·30	54·44 54·77
		Achsen	*a*) *b*)	23.040 —	13·50 —	51·80 51·80
		Bandagen	*a*) *b*)	22.160 —	15·50 —	51·20 50·70
		Rails	*a*) *b*)	22.760 —	16·60 —	51·20 51·20
		Blech in der Walzrichtung	*a*) *b*)	21.900 —	20·30 —	50·40 50·40
		Blech senkrecht auf die Walzrichtung .	*a*) *b*)	21.200 —	13·30 —	51·20 52·00
6	Rechteckig Rund. .	Probe		22.520 22.240	23·58 21·56	49·58 46·71
		Achsen	*a*) *b*)	22.540 —	22·80 —	45·60 46·10
		Bandagen	*a*) *b*)	22.640 —	20·70 —	45·60 45·60
		Rails	*a*) *b*)	22.820 —	20·70 —	45·60 45·60
		Blech in der Walzrichtung	*a*) *b*)	21.730 —	12·60 —	44·80 43·40
		Blech senkrecht auf die Walzrichtung .	*a*) *b*)	22.160 —	15·40 —	42·70 42·70
7	Rechteckig Rund. .	Probe		22.290 22.800	20·10 18·13	40·17 45·32

Zug (Martin-Metall).

Verminderung des Querschnittes	Verlängerung bei 250 Millim. Länge der Probestang.	Bearbeitungs-Verhältniss	Anmerkung
in Procenten			
—	—	1 : 93	Grobes Korn
—	—	1 : 77	Grobes Korn, dunkle Farbe
5·0	2·7	1 : 93	Grobes Korn
0·5	0·94	1 : 77	Grobes Korn, regelmässig strahlig
25·0	17·3	1 : 93	Feines Korn in der Mitte etwas sehnig
38·0	22·2	1 : 77	Sehr feines Korn
30·0	20·9	1 : 11	Feines Korn, am Rande etwas sehnig
34·0	—	1 : 11	" " " " " "
28·0	18·1	1 : 8·5	Feines Korn, eine Gussblase
28·0	20·6	1 : 8·5	Feines Korn mit Sehne am Rande
7·0	8·4	1 : 19	Gleichförmiges feines Korn
15·0	13·3	1 : 19	Feines Korn, kleine Fehler am Rande
35·0	17·0	?	$^2/_3$ feines Korn, $^1/_3$ sehnig
36·0	18·2	?	Sehr feines Korn, in der Mitte sehnig
41·0	18·0	?	Fein. Korn, in d. Mitte sehn., aussen kl. Fehler
26·0	17·9	?	Feines Korn, in der Mitte sehnig
39·0	23·8	1 : 93	Feinkörnig, in der Mitte sehnig
32·0	21·7	1 : 77	Sehnig
50·0	27·8	1 : 11	"
43·0	27·2	1 : 11	"
43·0	25·6	1 : 8·5	"
25·0	19·6	1 : 8·5	Feinkörnig, Gussfehler
32·0	24·1	1 : 19	" " u. Oberflächenfehler
32·0	20 5	1 : 19	" Oberflächenfehler
43·0	26·2	?	Ueberwiegend sehnig
46·0	23·2	?	Sehnig, nur am Rande körnig
43·0	19·0	?	" " " " "
44·0	22·1	?	" " " " "
43·0	28·6	1 : 93	Sehnig mit etwas Korn
48·0	26·5	1 : 77	Sehnig
55·0	28·4	1 : 11	"
54·0	27·7	1 : 11	"
55·0	28·7	1 : 8·5	"
54·0	28·9	1 : 8·5	"
55·0	29·9	1 : 19	"
51·0	29·1	1 : 19	"
50·0	26·7	?	Sehnig, schief gebrochen
55·0	24·1	?	Sehnig
54·0	26·0	?	"
57·0	25·0	?	"
57·0	31·0	1 : 93	"
47·0	27·0	1 : 77	"

Festigkeitsproben auf

Härte Nummer	Form des Querschnittes	Bezeichnung des Materiales		Elasticitäts-Modul	Elasticitäts-grenze	Bruch-grenze
				in Kilogramm pro Quadrat-Millimeter		
3	Rechteckig Rund. .	Probe		22.090	45·80	108·70
				22.600	46·20	108·30
4	Rechteckig Rund. .	Probe		22.520	29·09	61·29
				22.820	33·13	61·59
		Achsen	*a*)	22.330	18·60	62·90
			b)	—	—	63·70
		Bandagen	*a*)	21.950	16·60	62·10
			b)	—	—	62·90
		Rails	*a*)	22.130	18·60	62·60
			b)	—	—	63·40
		Blech in der Walzrichtung	*a*)	21.680	22·40	58·80
			b)	—	—	57·40
		Blech senkrecht auf die Walzrichtung	*a*)	22.040	22·40	59·50
			b)	—	—	58·50
5	Reckteckig Rund. .	Probe		22.320	20·11	60·76
				21.670	21·40	64·70
		Achsen	*a*)	22.330	26·90	60·60
			b)	—	—	60 60
		Bandagen	*a*)	22.050	26 90	62·10
			b)	—	—	61·60
		Rails	*a*)	22.240	24·90	61·10
			b)	—	—	62·60
		Blech in der Walzrichtung	*a*)	22.020	16·80	56·40
			b)	—	—	56·70
		Blech senkrecht auf die Walzrichtung	*a*)	21.700	21·00	57·80
			b)	—		57·40
6	Rechteckig Rund. .	Probe		22.380	20·10	53·05
				22.600	24·64	55·95
		Achsen	*a*)	22.160	22·80	55·90
			b)	22.130	24·80	55·40
		Bandagen	*a*)	22.080	18·60	54·90
			b)	—	—	55·30
		Rails	*a*)	22.190	20·70	54·40
			b)	21.980	20·70	54·40
		Blech in der Walzrichtung	*a*)	21.900	16·80	51·80
			b)	—	—	51·80
		Blech senkrecht auf die Walzrichtung	*a*)	21.660	22·40	51·80
			b)	—	—	54·30
7	Rechteckig Rund. .	Probe		22.410	19·34	47·30
				22.090	26·70	50·80

Zug (Bessemer-Metall).

Verminderung des Querschnittes	Verlängerung bei 250 Millim. Länge der Probestangen	Bearbeitungs-Verhältniss	Anmerkung
in Procenten			
5·0	4·4	1 : 93	Grobes Korn
5·0	4·4	1 : 77	Grobes regelmässiges Korn
37·0	21·0	1 : 93	Feines Korn, in der Mitte sehnig
38·0	20·7	1 : 77	Sehr feines Korn, in der Mitte etwas unregelm.
12·0	11·8	1 : 11	Feink., strahl. geg. einen matten Punkt a. Rande
15·0	13·6	1 : 11	„ „ „ „ „ „ „ „
15·0	12·6	1 : 8·5	„ „ „ „ „ „ „ „
25·0	18·5	1 : 8·5	Feinkörnig mit zwei Gussfehler
32·0	17·5	1 : 19	Sehr feinkörnig mit einem Gussfehler
27·0	18·3	1 : 19	„ „ „ „ „
28·0	19·2	?	Feinkörnig mit kleinen Sehnen
57·0	22·3	?	Feinkörnig, in der Mitte sehnig
21·5	18·6	?	Gleichförmig feinkörnig
11·0	12·0	?	Feinkörnig, aussen etwas fehlerhaft
31·0	21·3	1 : 93	Feines Korn, in der Mitte sehnig
26·0	17·0	1 : 77	Sehr feines Korn, in der Mitte gestreift
12·0	12·6	1 : 11	Feinkörnig, strahl. gegen einen matten Punkt
21·0	18·1	1 : 11	„ mit einem Gussfehler
10·0	9·7	1 : 8·5	Feinkörnig
13·0	12·0	1 : 8·5	Feinkörnig, strahl. gegen einen matten Punkt
28·0	15·5	1 : 19	Feinkörnig mit einem Gussfehler
24·0	15·2	1 : 19	„ „ „ grossen Gussfehler
44·0	18·6	?	„ „ kleinen Sehnen
44·0	18·6	?	„ „ äusseren Streifen
18·5	18·7	?	Ungleichförmig feinkörnig
14·0	15·7	?	Feinkörnig
42·0	24·3	1 : 93	Feines Korn, in der Mitte sehnig
38·0	14·7	1 : 77	„ „ mit einem Gussfehler
27·0	20·4	1 : 11	Feinkörnig mit einem grossen Gussfehler
15·0	14·1	1 : 11	Gleichförmig feinkörnig
38·0	17·1	1 : 8·5	Feinkörnig mit mehreren kleinen Gussfehlern
22·0	19·7	1 : 8·5	„ „ „ „ „
27·0	17·7	1 : 19	„ „ einem grossen Gussfehler
36·0	19·5	1 : 19	„ „ „ Sehnenbündel
31·0	21·6	?	„ „ „ Gussfehler
43·0	21·0	?	Feinkörnig, in der Mitte sehnig
47·0	22·8	?	„ „ „ „ „
18·0	18·3	?	„ mit Gussfehlern
50·0	25·6	1 : 93	Sehnig mit weichen Partien
47·0	24·2	1 : 77	„ „ „ „

Festigkeitsproben auf Zug.

Gattung des Materials	Form der Probestangen	Elasticitäts-Modul	Elasticitätsgrenze	Bruchgrenze	Verminderung des Querschnittes	Verlängerung	Anmerkuug
		in Kilogr. pro Quadrat-Millim.			in Procenten		
Puddlingseisen:							
Sehnig	rechteckig	21.180	11·84	40·37	35·0	29·4	Gleichförmig sehnig
	rund	22.130	10·70	37·20	53·0	21·6	Glchf. sehn., etwas porös
Feinkorn	rechteckig	19.710	8·73	51·12	19·0	16·3	Körnig, theilweise sehnig
	rund	20.550	4·60	41·18	35·0	27·9	Gleichförmig sehnig
Roheisen:							
Mit Cokes erblasen	rechteckig	14.000—10.000	nicht bestimmbar	21·30	—	—	
	rund	13.300— 8.000		20·87	—	—	
Mit Holzkohlen erblasen	rechteckig	14.000		25·40	—	—	
	rund	12.000— 8.750		21·60	—	—	
Mischung von Stahl und Roheisen:							
10 Stahl, 90 Roheisen	rechteckig	13.440		25·40	—	—	
	rund	13.800— 9.600		23·90	—	—	
20 Stahl, 80 Roheisen	rechteckig	14.060		26·90	—	—	
	rund	13.700		27·00	—	—	

Torsions-Versuche.

Gattung des Materials	Härtenummer	Form des Querschnittes	Elasticitäts-Modul	Elasticitätsgrenze	Widerstand bei der Verwindung	Der Bruch erfolgte bei einer Länge von 400 Millim. bei einem Winkel von Graden	Anmerkung
			in Kilogramm pro Quadrat-Millimeter				
Martin-Metall	2	rechteckig	7970	19·03	68·21	50	Bruch unregelmässig
		rund	8820	19·21	62·76	70	„ „
	3	rechteckig	8270	19·53	67·05	49	„ „
		rund	9980	21·13	49·95	17·5	„ „
	4	rechteckig	8230	16·81	65·12	174	Bruch glatt
		rund	9410	15·37	57·64	205	Bruch unregelmässig
	5	rechteckig	7940	11·61	52·27	174	„ „
		rund	9170	14·00	50·93	277	„ „
	6	rechteckig	8280	11·60	52·19	317	„ „
		rund	9140	12·81	46·75	422	Bruch glatt
	7	rechteckig	8400	13·75	53·40	340	„ „
		rund	9700	14·09	46·11	485	„ „
Bessemer-Metall	3	rechteckig	8030	30·62	32·73	4·5	Bruch unregelmässig
		rund	9830	26·90	53·80	19	„ „
	4	rechteckig	8140	16·38	63·40	139	„ „
		rund	9920	17·93	49·95	112	„ „
	5	rechteckig	8050	16·37	64·94	171	„ „
		rund	9840	17·93	54·44	306	Bruch theils glatt, theils unregelmässig
	6	rechteckig	8120	14·80	57·63	364	Bruch unregelmässig
		rund	9850	16·65	48·67	578	Bruch theils glatt, theils unregelmässig
	7	rechteckig	7940	12·67	53·85	270	Bruch unregelmässig
		rund	9470	11·53	48·03	608	Bruch grösstenth. glatt
Puddlingseisen:							
Sehne . . .		rechteckig	7420	7·00	43·36	251	Bruch glatt
		rund	8890	7·00	37·09	328	„ „
Feinkorn . .		rechteckig	7870	6·33	43·75	160	Bruch glatt mit einigen herausgerissenen Partien
		rund	8730	7·00	34·58	126	Bruch sehnig ausgezog.

Biegungs-

Gattung des Materials	Härtenummer	Form des Querschnittes	Elasticitäts-Modul	Elasticitätsgrenze	Widerstand gegen Biegung
			in Kilogramm pro Quadrat-Millimeter		
Martin-Metall	2	rechteckig	20.940	39·00	120·86
		rund . .	21.730	43·76	97·94
	3	rechteckig	20.840	33·11	101·80
		rund . .	22.220	45·84	116·90
	4	rechteckig	20.670	25·00	101·54
		rund . .	21.540	33·34	116·17
	5	rechteckig	20.530	26·50	86 34
		rund . .	21.350	21·18	102·11
	6	rechteckig	20.570	18·50	73·04
		rund . .	22.330	25·01	91·17
	7	rechteckig	21.020	18·50	61·97
		rund . .	21.520	25·01	78·66
Bessemer-Metall	3	rechteckig	21.110	37·50	103·59
		rund . .	22.500	66·68	88·05
	4	rechteckig	20.890	24·50	92·65
		rund . .	21.870	35·53	89·97
	5	rechteckig	20.440	31·11	93·93
		rund . .	22.150	36·68	89·97
	6	rechteckig	20.540	20·31	78·26
		rund . .	21.590	23·96	90·65
	7	rechteckig	20.000	25·00	73·81
		rund . .	22.600	23·96	79·70
Puddlingseisen:					
Sehne		rechteckig	20.140	9·00	58·97
		rund . .	20.800	12·01	70·54
Feinkorn		rechteckig	20.670	15·00	74·86
		rund . .	20.310	13·73	69·95
Roheisen:					
Mit Cokes erblasen		rechteckig	11.470	—	31·48
		rund . .	13.100	—	33·79
Mit Holzkohlen erblasen . .		rechteckig	11.920	—	34·01
		rund . .	13.800	—	39·82
Mischung von Stahl u. Roheisen:					
10 Stahl / 90 Roheisen		rechteckig	13.900	—	41·28
		rund . .	14.200	—	45·61
20 Stahl / 80 Roheisen		rechteckig	14.130	—	43·88
		rund . .	14.340	—	46·99

Versuche.

Durchbiegung im Moment des Bruches		Für gebogene Stücke			Anmerkung
in Millimeter	für die Entfernung der Auflagen in Millimeter	Einbiegung in Millimeter	Sehne in Millimeter	anfängliche Länge der Elasticitäts-linie	
66	1100	—	—	—	Gebrochen
37	1000	—	—	—	„
35	1100	—	—	—	„
42	1100	—	—	—	„
113	1100	—	—	—	„
135	1000	—	—	—	„
—	—	251·0	983·5	1100	Gebogen
260	1000	—	—	—	Gebrochen
—	—	249·5	983·5	1100	Gebogen
—	—	252·0	858·5	1000	„
—	—	248·0	981·5	1100	„
—	—	271·0	849·5	1000	„
47	1095	—	—	—	Gebrochen
7·5	1100	—	—	—	„
120	1099	—	—	—	„
65	1100	—	—	—	„
—	—	248·0	986·0	1100	Gebogen
57	1100	—	—	—	Gebrochen
—	—	250·0	981·0	1100	Gebogen
—	—	267·0	848·5	1000	„
—	—	240·5	990·0	1100	„
—	—	263·5	850·5	1000	„
—	—	245·0	980·0	1100	„
—	—	184·5	1042·5	1100	„
—	—	222·0	1008·0	1100	„
257	1100	—	—	—	Gebrochen
9·5	1400	—	—	—	„
11·0	1406	—	—	—	„
8·0	1400	—	—	—	„
10·5	1408	—	—	—	„
10·5	1400	—	—	—	„
10·0	1400	—	—	—	„
11·0	1400	—	—	—	„
10·0	1400	—	—	—	„

Aus diesen Daten lassen sich nun folgende Betrachtungen ableiten.

Obwohl angenommen werden kann, dass der Kohlenstoffgehalt in den gleichen Nummern des Bessemer-Metalls etwas geringer ist als in den gleichen Nummern des Martin-Metalls, (wie aus der auf Seite 130 aufgenommenen Tabelle ersehen werden kann), so zeigen sich mit Ausnahme von wenigen Fällen im Durchschnitte beim Bessemer-Metall höhere Resultate sowohl in Beziehung auf Elasticitäts- und Bruchgrenze bei den Festigkeitsproben auf Zug, als auch auf Zerdrücken. In noch höherem Masse würde dies bemerkbar werden, wenn der Kohlenstoffgehalt in den gleichen Härtenummern bei beiden Materialien ein nahezu gleicher wäre. Die Differenzen im Kohlenstoffgehalte sind immerhin gross genug, um einen wesentlichen Einfluss auf die Eigenschaften ausüben zu können. Der Kohlenstoffgehalt im Martin-Metall ist höher als im Bessemer-Metall, und zwar in:

Nummer	3	um	. . . .	0·040	Procent
„	4	„	. . . .	0·106	„
„	5	„	. . . .	0·125	„
„	6	„	. . . .	0·069	„

und nur in Nr. 7 ist der des Martin-Metalls um 0·005 Procent höher.

Bemerkt muss jedoch werden, dass die Verlängerung mit sehr wenigen Ausnahmen beim Martin-Metall höhere Zahlen gibt.

Eine vollkommen richtige Beurtheilung dieser Verhältnisse wäre allerdings erst dann möglich, wenn in ähnlicher Weise, wie bei den vom Jernkontoret durchgeführten Versuchen die chemische Analyse mit der mechanischen Untersuchung Hand in Hand gehen würde, weil nothwendigerweise die Frage unbeantwortet bleibt, ob nicht andere Elemente auch im Bessemer-Metall vorhanden waren, welche Einfluss auf die Resultate ausübten.

Sehr häufig wurde die Frage aufgeworfen, welchen Querschnitt man am zweckmässigsten den Probestangen geben müsse, um bei den Festigkeitsproben auf Zug die günstigsten Resultate zu erhalten und ob die Form des Querschnittes einen wesentlichen Einfluss auf die Resultate auszuüben vermöge. Um diese Frage beantworten zu können, wurden je zwei Proben von gleichem Materiale rechteckig und rund bearbeitet. Da

a priori erwartet werden kann, dass Probestangen von rundem Querschnitte günstigere Resultate geben sollten, so muss auffallen, dass bei vielen Proben nur geringe Differenzen, ja bei einzelnen sogar für rechteckigen Querschnitt höhere Werthe gefunden wurden. Erklären lässt sich diese scheinbare Anomalie sehr leicht, wenn man bedenkt, dass die mechanische Bearbeitung, die Querschnittsverminderung, bei Herstellung der Probestangen mit rechteckigem Querschnitt viel grösser war, als bei Herstellung der runden Stäbe. Im ersteren Falle ist das Verhältniss des Querschnittes des Probestabes zum ursprünglichen Querschnitte des Ingot wie 1:93, bei den runden Probestangen aber nur wie 1:77.

Auffallend günstige Resultate im Vergleich zu den für die Proben separat hergestellten Probestangen haben die aus der currenten Erzeugung der Achsen, Bandagen und Rails genommenen Probestangen ergeben, obwohl die mechanische Bearbeitung nach der Querschnittsverminderung bedeutend geringer war.

Auch selbst die aus den Blechen genommenen Proben ergaben nur einen verhältnissmässig geringen Unterschied und zeigen, wenn man sie beispielsweise mit den vorzüglichen schwedischen Blechen gleicher Erzeugung und Qualität vergleicht, auch gleiche Resultate. Zu erwähnen ist jedoch, dass die Eisenhüttenleute Schwedens ein besonderes Gewicht darauf legen, die Bleche aus viel weicherem Materiale für den Schiffbau und dergleichen herzustellen. Dieselbe Tendenz ist auch in Seraing zu finden, woselbst man, wie die ausgestellten Producte und Proben zeigten, in neuester Zeit auf besonders weiches Materiale für die Erzeugung derartiger Fabricate hinarbeitet (Seite 125).

Bei Verwendung von Ingotmateriale zur Erzeugung von Blechen scheinen Probestäbe nahezu gleiche Resultate zu geben, es mögen dieselben in was immer für einer Richtung aus dem Bleche geschnitten sein.

Was die Qualität des Puddlingseisens anbelangt, so sieht man, dass das Eisen in Bezug auf Zugfestigkeit selbst die besten Eisensorten von Terre-Noire (Fer fin) bedeutend übertrifft. Dasselbe ergibt sich in Bezug auf Dehnung, wenn man berücksichtigt, dass die Probestangen von Terre-Noire nur 200, die von Reschitza aber 250 Millimeter lang sind. Nur die Elasticitätsgrenze ist bei

dem Eisen von Reschitza geringer. In ähnlicher Weise ist die Tragfähigkeit der Bleche aus Puddlingseisen von Reschitza grösser als die der Bleche aus schwedischem Lancashire-Herdfrisch- und Puddlingseisen.

Die Zugfestigkeit des allerdings im Flammofen umgeschmolzenen Cokes- und Holzkohlen-Roheisens von Reschitza ist eine bedeutend grössere, als die des Gussroheisens von Terre-Noire. Hingegen sind die Resultate des aus Roheisen und Stahl gemischten Materials nahezu jenen gleich, welche mit gleichen Materialien in Terre-Noire erzielt wurden.

VERSCHIEDENE AUSSTELLUNGS-OBJECTE.

Um die Fortschritte, welche in der letzten Zeit bei der Fabrication und der mechanischen Bearbeitung des Eisens und Stahls gemacht wurden, zu constatiren, scheint es mir nothwendig, einige der hervorragendsten Fabricate hier aufzuzählen, und zwar nicht nur solche, welche durch ihre bedeutenden Dimensionen auffällig erschienen, sondern auch solche, welche theils durch besonders schöne Arbeit, Zweckmässigkeit oder selbst durch kleine Dimensionen auffielen. Es sollen dieselben in einzelnen Gruppen zusammengestellt hier angeführt werden, um den Ueberblick zu erleichtern.

Grösster Ingot aus Martin-Stahl. Der grösste Block aus gegossenem Eisen oder Stahl, der aber nur in einem Facsimile zur Ausstellung gelangte, da die Transportschwierigkeiten zu grosse waren, wurde von Schneider & Comp. in Creuzot geliefert. Derselbe wurde nach den veröffentlichten Daten aus einer grösseren Anzahl von Siemens-Martin-Oefen am 1. April 1878 gegossen und hatte ein Gewicht von 120.000 Kilogramm. Man kann daraus sehen, dass man in der letzten Zeit bei Erzeugung grosser Gussblöcke wesentliche Fortschritte gemacht hat. Ein Vergleich mit den auf den verschiedenen Ausstellungen gebrachten grössten Gussblöcken ist am besten geeignet, diese überraschenden Fortschritte zu zeigen. Die grössten Stahlblöcke, welche bei den aufeinander folgenden Ausstellungen gebracht wurden, waren folgende:

Ausstellung in	London	1851	Krupp, Tiegelgussstahl im Gewichte von	2.250	Kilog.
„	„ Paris	1855	„ „ „ „ „	10.000	„
„	„ London	1862	„ „ „ „ „	20.000	„
„	„ Paris	1867	„ „ „ „ „	40.000	„
„	„ Wien	1873	„ „ „ „ „	52.500	„
„	„ Paris	1878	Schneider, Siemens-Martin-Stahl . .	120.000	„

Mit der Grösse der erzeugten Ingots wächst aber auch das Bedürfniss, kräftigere Arbeitsmaschinen zu haben, und die lange Zeit angestaunten Dampfhämmer von 1000 Centner (50.000 Kilogramm) Fallgewicht sind nun auch schon überflügelt, denn in den Etablissements von Schneider in Creuzot ist ein Dampfhammer mit einem Fallblocke im Gewichte von 80.000 Kilogramm und einer Maximal-Hubhöhe von 5 Meter in Betrieb, und war das Modell dieses Hammers in natürlicher Grösse ausgestellt. Ein ähnlicher Hammer ist auf den Werken zu Saint-Chamond im Bau.

Panzerplatten. Dieselben waren aus sehr verschiedenem Materiale, jedoch meist in sehr grossen Dimensionen ausgestellt. Die grösste Platte, für ein italienisches Thurmschiff bestimmt, hatte ein Gewicht von 65.000 Kilogramm, eine Länge von 4·2, eine Breite von 2·6 und eine Dicke von 0·8 Meter. Der Thurm erhält einen Halbmesser von 6·8 Meter. Diese Platte war von Schneider in Creuzot ausgestellt. In Creuzot werden die Panzerplatten meist geschmiedet.

In Beziehung auf Panzerplatten war die Ausstellung der Compagnie des Hauts-Fourneaux, Forges et Aciéries de la Marine et des Chemins de fer in Saint-Chamond (früher Petin et Gaudet) sehr bemerkenswerth. Ein grosser Theil der Panzerplatten wird gegenwärtig noch aus Puddlingseisen von vorzüglicher Qualität erzeugt. Um beim Schweissen eine möglichst vollständige und verlässliche Verbindung zwischen den einzelnen geschweissten Lamellen des Paquetes zu erhalten, gibt man denselben einen wellenförmig gebogenen Querschnitt. Man erzeugt aus denselben meist drei bis vier kleinere Platten, welche dann zusammengelegt und mit einer Hitze fertig gewalzt werden. Da die Platten aus weichem Puddlingseisen erzeugt, bei sehr grosser Dehnung schwer den verlangten Grad der Zugfestigkeit erreichen, so werden dieselben gleich nach dem Walzen in Wasser gehärtet und dann sehr langsam ausgeglüht. Auf diese Weise erreicht man die in so grossen Schmiedestücken aus weichem Eisen schwer zu erzielende Zugfestigkeit von 30 Kilogramm pro Quadrat-Millimeter.

Da die aus Ingotmateriale hergestellten Platten häufig schon bei dem zweiten oder dritten Schuss ganz zertrümmert werden, obwohl sie bei dem ersten Anschlag der Kugel eine grössere Widerstandsfähigkeit dem Eindringen derselben entgegensetzen, so hat man den Versuch gemacht, Lamellen aus Ingotmateriale zusammenzuschweissen. Eine auf diese Weise erzeugte Platte von 4·206 Meter Länge, 1·420 Meter Breite und 0·557 Meter Dicke im Gewichte von 26.550 Kilogramm zeigte eine vollkommene Schweissung, die bei so grossen geschweissten Stücken von Ingotmateriale nur sehr schwer zu erreichen ist. Man erwartet von dieser Fabricationsmethode sehr gute Resultate.

Um an der mechanischen Nacharbeit der Panzerplatten sparen, somit billiger produciren zu können, wurde das grosse Plattenwalzwerk so eingerichtet, dass in dasselbe nicht nur cylindrische, sondern auch nach Bedürfniss conische Walzen eingelegt und auf diese Weise Platten von ungleicher Dicke gewalzt werden können.

Mittelst dieser Vorrichtung erzeugte Platten waren von folgenden Dimensionen ausgestellt:

Länge der Platte	4·370 Meter
Breite der Platte	1·560 „
Dicke der Platte auf einer Seite . .	0·590 „
Dicke der Platte auf der zweiten Seite	0·350 „
Gewicht derselben	25.365 Kilogramm

Eine zweite derartige Platte hatte eine Länge von 1·416, eine Breite von 1·190 und eine Dicke von 0·354 bis auf 0·238 Meter.

Endlich war auch noch eine Platte aus gehärtetem Guss (en fonte trempée) zur Armirung von Festungs-Casematten ausgestellt. Diese Platten sind aus sehr reinem lichtgrauen Gusseisen, vielleicht einem Gemenge von Gusseisen mit Stahl (Métal mixte) auf einer Seite in Coquillen gegossen und sehr langsam ausgeglüht. Derartige Platten können in Saint-Chamond bis zu einem Gewichte von 40 bis 50 Tonnen erzeugt werden.

Marell Frères in Rive de Gier brachten die grösste aus Puddlingseisen hergestellte Panzerplatte. Dieselbe hatte ein Gewicht von 38.022 Kilogramm, eine Länge von 4·250, eine Breite von 1·600 und eine Dicke von 0·715 Meter.

Die Paquetirung ist hier eine andere und werden die Paquete aus zweimal geschweissten Eisenschienen, welche einander übergreifen und durch vorspringende Rippen innig verbunden werden, zusammengelegt.

Erwähnt wurde endlich bereits (Seite 95), dass man begonnen hat, in den Hütten der Compagnie des Fonderies et Forges de Terre-Noire, la Voulte et Besseges, eine Panzerplatte aus blasenfreiem Stahlguss zu erzeugen.

Nach den vom Jernkontor in Schweden durchgeführten Versuchen zeigten die Blechplatten aus Ingotmateriale gegenüber jenen von Puddlingseisen eine so bedeutend grössere Widerstandsfähigkeit gegen Stösse, dass es wohl kaum zweifelhaft erscheinen mag, dass Platten, aus Ingotmateriale hergestellt, die aus Puddlingseisen zusammengeschweissten in nicht zu langer Zeit verdrängen dürften, sobald man den entsprechenden Grad der Weichheit ermittelt hat und verlässlich grosse Ingots von vollkommen gleichem Materiale blasenfrei herzustellen vermag.

Die beiden englischen Firmen John Brown & Comp. und Charles Cammel & Comp. haben ausser Panzerplatten, welche ganz aus Puddlingseisen hergestellt waren, auch solche ausgestellt, welche bei einer Dicke von 228 Millimeter zur Hälfte aus Puddlingseisen, zur Hälfte der Dicke nach aus Ingotmateriale bestanden. Durch diese Combination hofft man bei geringerer Dicke der Platten eine grössere Widerstandsfähigkeit gegen die einzelnen Schüsse zu erzielen, ohne besorgen zu müssen, dass die ganze Platte nach mehreren Schüssen zertrümmert erscheint. Ausgeführte Versuche zeigten dies nach den ausgestellten Proben auch deutlich, indem unter gleichen Verhältnissen gegen die beiden Versuchsplatten abgefeuerte Projectile in die Stahl-Eisenplatten nur auf dreiviertel jener Tiefe eindrangen, auf welche sie bei gewöhnlichen Eisenplatten einschlagen. Das zur Erzeugung verwendete Ingotmateriale war sehr weich, es hatte nur 0·05 Procent Kohlenstoff.

Ueber die Fabrication dieser Platten wurde Folgendes mitgetheilt. Das Ingotmateriale wird nicht auf gewöhnliche Weise aufgeschweisst, sondern bei Brown auf die vorgewärmte, mit einem erhöhten Rande versehene Panzerplatte aus Puddlingseisen aufgegossen und dadurch mit dieser geschweisst. Bei Cammel hingegen soll die Platte aus Puddlingseisen gleichsam als Boden-

platte in einen Siemens-Ofen eingebettet und das Ingotmateriale darauf eingeschmolzen werden, worauf man die vereinigten Materialien gemeinschaftlich abkühlen lässt. Ich glaube kaum erwähnen zu müssen, dass die Platten schliesslich noch ausgewalzt werden.

Da man gegenwärtig, wie schon früher erwähnt, sehr weiches Ingotmateriale herzustellen bemüht ist, so ist vermuthlich die Zeit nicht mehr ferne, in welcher man ohne Ausnahme bei der Fabrication von Panzerplatten zum Ingotmateriale greifen wird, wodurch man bei billigerer Fabrication eine grössere Festigkeit erzielen wird.

Kanonen und Kanonenbestandtheile wurden in grosser Anzahl von den französischen Ausstellern gebracht.

Das grösste Stück war in einem Facsimile von Schneider & Comp. in Creuzot ausgestellt, um den Zweck eines für das Arsenal in Turin gelieferten Transportwaggons zu zeigen. Dieses Geschütz besteht aus einem Gusseisenrohr, welches mit zwei Reihen von Fretten aus Gussstahl armirt ist. Die Kanone, nach dem Systeme Rosset hergestellt, hat eine Bohrung von 0·45 Meter und ein Gewicht von 100 Tonnen.

Im Allgemeinen verwendet man in Frankreich nahe ebenso häufig Ingotmateriale aus Bessemer-Convertern als aus Siemens-Martin-Oefen zur Kanonenfabrication, und zwar wird das erstere Materiale häufiger zur Fabrication kleinerer Geschütze, letzteres besonders für grosse Geschütze verwendet, weil es leichter ist, entsprechend grosse Güsse aus den Siemens-Martin-Oefen zu machen. Hingegen schreibt man dem Bessemer-Metall eine grössere Gleichförmigkeit zu und wendet dasselbe daher, soweit es nur möglich ist, an.

Erwähnen muss ich hier noch, dass auf den Hütten der Société de Firminy das für die Erzeugung von Kanonen bestimmte Ingotmateriale, aus Siemens-Martin-Oefen erzeugt, im flüssigen Zustande gepresst wird, um möglichst dichte Stahlblöcke zu erhalten.

Die Coquillen sind in einer solchen Weise eingerichtet, dass nicht nur der Deckel, sondern auch der Boden beweglich ist. Der Druck wird mit Hilfe einer hydraulischen Presse ausgeübt

und kann bis auf 500 Kilogramm pro Quadrat-Centimeter gesteigert werden.

Wird nach dem Gusse mit dem Zusammendrücken begonnen, so steigt das Manometer rasch bis auf 100 Kilogramm, welche Pressung etwa 15 bis 20 Secunden stationär bleibt, um dann allmälig auf 500 Kilogramm pro Quadrat-Centimeter und selbst darüber zu steigen.

Sobald mit dem Pressen begonnen wird, spritzt etwas flüssiges Metall aus den Fugen und es entweichen viele Gase, welche mit lebhafter Flamme verbrennen.

Die gepressten Ingots sind am Rande meist dicht, im Centrum, vorzüglich aber an der oberen Seite etwas blasig *).

Man verlangt eine absolute Festigkeit von 54 bis 56 Kilogramm pro Quadrat-Millimeter an dem rückwärtigen Theile des Geschützes, während am Kopfe nur 54 Kilogramm gefordert werden. Die Dehnung soll 14 Procent betragen. In der Regel werden die Rohre in Oel gehärtet und ausgeglüht, um das verlangte Verhältniss von Festigkeit und Dehnung zu erhalten.

Als Neuheit können die nicht geschmiedeten Rohre aus blasenfreiem Gussstahl angesehen werden, welche von der Compagnie des Fonderies et Forges de Terre-Noire, la Voulte et Besseges ausgestellt waren. Die mit diesen Rohren vorgenommenen Proben, deren Resultate auf Seite 94 und 95 aufgenommen wurden, zeigen eine vorzügliche Qualität dieser Fabricate.

Versuche, andere Materialien heranzuziehen, wurden insoferne gemacht, als die Hütte von Unieux Chromstahl verwendete, dessen Elasticitäts- und Bruchgrenze sehr hoch liegt.

Die Compagnie des Hauts-Fourneaux, Forges et Aciéries de la Marine et des Chemins de fer hatte ein neues System der Fabrication von Geschützen aus Puddlingsstahl (Ausstellungs-Nummer 71) gebracht, indem über einen dünnen Kern allmälig Lamellen von Puddlingsstahl aufgeschweisst werden. Die Fabrications-Methode scheint theuer, und nach den angeführten Resultaten der Festigkeitsproben dürften diese Rohre keine grössere Sicherheit als die Rohre aus Ingotmateriale bieten.

---

*) Bemerken muss ich noch, dass eine ähnliche Methode des Stahlpressens in Neuberg in den Jahren 1872 bis 1874 in Anwendung kam, aber aus verschiedenen Gründen aufgegeben wurde.

Die Fretten werden grossentheils aus Puddlingsstahl in ähnlicher Weise hergestellt, wie in früheren Zeiten die Bandagen fabricirt wurden, indem man Flachstäbe hochkantig aufrollt, in Gesenken zusammenschweisst und endlich auf die entsprechenden Dimensionen auswalzt.

Die Fretten, welche die Schildzapfen tragen, werden ebenfalls in ähnlicher Weise gerollt, nur verwendet man dazu keine gewalzten Flachstäbe, sondern abgeschmiedete Stäbe, welche Ansätze in der Weise angeordnet erhalten, dass dieselben, wenn die Stäbe zusammengerollt sind, das Materiale für die Zapfen geben, das Zusammenschweissen erfolgt mit Hilfe von Gesenken. Die Compagnie des Fonderies, Forges et Aciéries zu Saint-Étienne erzeugt nach diesem von dem Director der Fabrik Herrn Barrouin patentirten Verfahren eine grosse Anzahl von solchen Fretten mit Schildzapfen, selbst bis zum Gewichte von 4500 Kilogramm für Kanonen mit 0·42 Meter Bohrung.

Auch Schneider in Creuzot hat ein ähnliches Paquet für die Fabrication von Fretten ausgestellt. Aufsehen erregte die Frette aus blasenfreiem Stahlguss, von der Compagnie des Fonderies et Forges de Terre-Noire, la Voulte et Besseges erzeugt, welche ebenfalls für eine Kanone von 42 Centimeter Bohrung bestimmt ist. Dieselbe war so bearbeitet, dass die Gusshaut noch theilweise darauf sichtbar war, um nachzuweisen, dass keine mechanische Arbeit nothwendig war, um das Fabricat vollkommen blasenfrei herzustellen. Bei derartigen Façonstücken tritt der Werth des blasenfreien Stahlgusses besonders hervor.

Projectile aus Stahl, blasenfrei gegossen, theils gehärtet und ausgeglüht, theils bearbeitet, wurden in vorzüglicher Qualität von der Compagnie des Fonderies et Forges de Terre-Noire, la Voulte et Besseges, sowie von der Compagnie des Hauts-Fourneaux Forges et Aciéries de la Marine et des Chemins de fer ausgestellt.

Von diversen grossen Schmiedestücken sind besonders zu erwähnen eine grosse Welle für eine Schiffsmaschine mit 0·425 Meter Durchmesser, 18·4 Meter Länge und einem Gewichte von 20.250 Kilogramm, sowie eine Welle mit drei Kurbeln im Gewichte von 15.000 Kilogramm, endlich ein Cylinder, bestimmt

zur Fabrication von Kanonen von 0·750 Meter Durchmesser, 11 Meter Länge und einem Gewichte von 38.000 Kilogramm, welche von Schneider in Creuzot ausgestellt waren.

Sehr schöne Schmiedestücke von verschiedener Gestalt, wie schwere Anker und andere Stücke für den Schiffbau brachten Marell Frères, sowie die beiden übrigen früher so oft genannten grossen Hütten Frankreichs.

Einer Ausstellung muss ich jedoch hier noch erwähnen, welche allerdings nicht in der 43., sondern in der 54. und 68. Classe angemeldet und eingereiht war, nämlich der von Sir Josef Whitworth & Company Limited, Chorlton Street, Manchester.

Diese Firma brachte einen Ausfütterungs-Cylinder aus Stahl für den Dampfcylinder eines Schiffes, welcher einen äusseren Durchmesser von 1·98 Meter, eine Länge von 1·5 Meter und eine Wandstärke von 4 Centimeter hatte. Das Materiale für diesen Cylinder war im flüssigen Zustande, jedoch schon in Form eines Cylinders gepresst und dann erst ausgeschmiedet, und zwar angeblich wieder unter der Presse. Ferner war ein Cylinder für eine hydraulische Presse aus comprimirtem Stahl ausgestellt, welcher angeblich einen Druck von 10.000 Kilogramm pro Quadrat-Centimeter auszuhalten vermag, sowie endlich ein Torpedo-Cylinder für comprimirte Luft, der auf einen Druck von 105 Kilogramm pro Quadrat-Millimeter probirt war etc. etc.

Leider wurden auf der Ausstellung keinerlei Daten über die Fabricationsweise dieser Objecte gegeben. Da der Gegenstand jedoch zu wichtig, will ich darauf aufmerksam machen, dass in dem Jahresberichte der Gesellschaft der englischen Maschinen-Ingenieure (Jahrgang 1875) eine kurze Beschreibung, sowie eine in einer damaligen Sitzung über diesen Gegenstand geführte Debatte enthalten ist.

Nach dieser Beschreibung ist die in Anwendung stehende Einrichtung folgende:

Die Coquille ist aus Stahl, um dem bedeutenden Drucke verlässlich widerstehen zu können. Damit dieselbe aber der Einwirkung des flüssigen Stahles besser widerstehen könne und den Gasen Gelegenheit zum Entweichen geboten werde, ist die Coquille mit aneinander gereihten Gusseisenplatten, welche gegen die Innenseite mit feuerfestem Sand bekleidet sind, ausgefüttert.

Da die Gusseisenplatten nicht dicht aneinander schliessen, so bleibt zwischen denselben ein genügender Spielraum, damit die Gase entweichen können. In der Mitte der ziemlich weiten Coquille ist ein auf ähnliche Weise hergestellter Kern angebracht. Nach dem Gusse wird der ringförmige Kolben eingesetzt und nachdem die kleine Masse des flüssigen Metalls, welches in die Fugen zwischen Kolben und Kern einerseits, sowie zwischen Kolben und Coquille andererseits eingetreten ist, erstarrt ist, wird mit dem Pressen begonnen und soll die Pressung allmälig bis auf 960 Kilogramm pro Quadrat-Centimeter gesteigert werden. Während etwas flüssiges Metall ausgepresst wird, entweichen viele Gase aus den kleinen Zwischenräumen an der Peripherie sowohl wie aus dem Kerne und verbrennen zu Kohlensäure.

Bei diesem Vorgange soll nach Whitworth's Aussage eine Metallsäule von 2·4 Meter Höhe um 0·3 Meter zusammengepresst werden. Diese Verminderung der Höhe kann allerdings nicht allein durch Entweichen der Gase veranlasst werden, sondern muss vorzüglich dem Nachgeben der mit Anwendung von Sand hergestellten Form, theilweise der Temperaturs-Abnahme des Stahls zugeschrieben werden.

Der Erfolg dieser Methode des Stahlpressens soll ein vorzüglicher sein. Zweifellos scheint es mir aber auch, dass die Einrichtung sehr kostspielig ist und die Fabrication theuer werden muss.

Eisenbahn-Materiale. Für Erzeugung des Eisenbahn-Materials verwendet man gegenwärtig mit nur sehr wenigen Ausnahmen Ingotmateriale und bemüht sich, dasselbe mit möglichst wenig Auslagen und Arbeit auf fertige Producte zu verarbeiten.

Für die Erzeugung von Rails baut man sehr kräftige Maschinen und Walzwerke theils mit Reversir-Vorrichtung, theils mit drei Walzen, um an Zeit und Arbeit zu sparen. Ein derartiges Reversir-Walzwerk war von der Gesellschaft Cockerill in Seraing bei Lüttich ausgestellt, auf welchem auch die mit einer Hitze in einer Länge von 55 Meter erzeugte und der Ausstellung beigegebene Schiene gewalzt wurde.

Man hat bereits Rails von 60 Meter Länge erzeugt, um die Leistungsfähigkeit des Walzwerkes kennen zu lernen. Gewöhn-

lich wird auf dreifache Länge gewalzt und erreicht die durchschnittliche Wochen-Production 2000 Tonnen. Die grösste Wochen-Production wurde im Februar 1878 mit 2054 Tonnen erreicht.

Die der k. k. priv. österreichischen Staatseisenbahn-Gesellschaft gehörige Hütte zu Reschitza im Banate hatte ebenfalls eine Eisenbahnschiene von 22·5 Meter Länge und einem Gewichte von 33 Kilogramm pro Längenmeter, somit im Gesammtgewichte von 742·5 Kilogramm ausgestellt. Bemerkt muss dabei jedoch werden, dass dieses Stück nicht etwa ein Ausstellungsstück ist, sondern der currenten Fabrication angehört, indem man mit einer Hitze in 21 Kalibern Ingots von einem durchschnittlichen Gewichte von 750 Kilogramm verwalzt. Bei der Erzeugung von 9 Meter langen Schienen werden Schienen von doppelter Länge, bei 7 Meter langen Schienen mit dreifacher Länge gewalzt. Dabei werden in 24 Stunden durchschnittlich 600 Rails erzeugt.

Von den englischen Ausstellern brachte Cammel & Comp. eine Eisenbahnschiene von 43 Meter Länge, welche mit einer Hitze in 3·9 Minuten ausgewalzt wurde.

Ebenso brachte Brown, Bayley & Dixon aus Sheffield eine Eisenbahnschiene von 130 Fuss englisch = 39·6 Meter Länge, welche aus einem Ingot von 0·5 Meter im Quadrat mit einer Hitze auf einem Triowalzwerk vorgewalzt und auf einem Reversir-Walzwerke fertig gewalzt wurde.

Die grössten Bandagen hatten ausgestellt Cammel & Compagnie mit 2647 und Saint-Chamond mit 2185 Millimeter Durchmesser.

Es würde viel zu weit führen, hier all' die bedeutenden Leistungen in der Erzeugung von langen und breiten Blechen, Trägern und Walzdrähten, Bandeisen etc. anzuführen. Eine solche Aufzählung müsste zu ermüdend werden, indem sich bestimmte Zahlen allzuhäufig wiederholen würden. Ausserdem unterliegt es selbst bei den bedeutenden Dimensionen, welche von vielen Fabrikanten gleichzeitig erreicht und ausgestellt wurden, keinem Anstande, wenn die Industrie es fordert, Stücke von noch grösseren Dimensionen zu erzeugen.

Anführen glaube ich noch zu müssen, dass in der Ausstellung der Société anonyme des Forges de Champagne zu Saint-Dizier (Haute-Marne) die kleinsten feineren Façoneisensorten

ausgestellt waren. Besonders zeichneten sich sehr feine T-Eisensorten aus, welche nach einer von Herrn Flotat angegebenen Methode in sehr dünnen Dimensionen, bei selbst sehr bedeutenden Längen, auf der Hütte zu Rochecourt erzeugt werden.

Zu erwähnen ist noch das von Lemut in Clos-Mostier bei Saint-Dizier ausgestellte Walzwerk von Roi zur Erzeugung von Walzendrähten und feinem Bandeisen etc. — Wenn das Walzwerk auch ausserordentlich compendiös erscheint, so dürfte es in der ausgestellten Ausführung kaum für die Praxis brauchbar erscheinen. Es wurde hervorgehoben, dass eine Maschine von 50 Pferdekräften ausreiche und zur Bedienung des Walzwerkes nur drei Mann erforderlich wären. Unter den ausgestellten Producten war ein Stahldraht von 5 Millimeter Durchmesser und 153 Meter Länge.

Schliesslich muss ich noch eines Fabricationszweiges erwähnen, welcher in Oesterreich eingeführt zu werden verdienen würde. Es betrifft derselbe die Fabrication der ungeschweissten Ketten aus Stahl oder Eisen, welche nach dem Systeme des Civil-Ingenieurs David Damoigeau von mehreren Hüttenwerken erzeugt und ausgestellt wurden. Das Princip derselben ist schon längere Zeit bekannt und mehrfach besprochen worden, weshalb ich dasselbe nicht zu erwähnen brauche. Die Fabrication ist verhältnissmässig einfach und gewährt eine ungleich grössere Sicherheit als die bis jetzt übliche Schweissung der Kettenglieder.

Diese Methode ermöglicht die Anwendung von Ingot-Materiale, welches schwerer verlässlich schweissbar ist, weshalb man ungeachtet der grösseren Festigkeit dieses Materials dasselbe bis jetzt nie für die Erzeugung geschweisster Ketten verwendete.

Wendet man passend gewähltes Materiale an, so wird das Gewicht der Ketten im Verhältniss zur Festigkeit bedeutend geringer. Folgende Tabelle vermag den Werth dieser Ketten im Vergleich zu den gewöhnlichen Ketten aus Eisen am besten beleuchten.

Durchmesser des Materials in Millimeter	Nutzbare Länge der Glieder in Millimeter	Aeusserer Durchmesser der Kette in Millim.	Doppelter Querschnitt in Quadrat-Millimeter	Gewicht pro Meter der Kette in Kilogramm		Probebelastung in Kilogramm für		Bruchbelastung in Kilogramm								Versteifte Ketten für die Marine	
								Eisenketten		Stahlketten		pro Kilogr. des Kettengewichtes					
				für Eisen	für Stahl	Eisen 14 Kilogramm	Stahl 19 Kilogramm	von 20 Kilogramm	bis 25 Kilogramm	von 38 Kilogramm	bis 45 Kilogramm	Eisen		Stahl		Gewicht pro Meter	Probebelastung in Kilogramm
						pro Quadrat-Millimeter		pro Quadrat-Millimeter				von	bis	von	bis		
8	36	29	101	1·5	1·7	1.400	1.900	2.000	2.500	3.800	4.500	1333	1666	2235	2647	—	—
10	45	35	157	2·4	2·4	2.200	3.000	3.100	3.900	6.000	7.100	1291	1625	2500	2958	—	—
12	54	43	226	3·5	3·2	3.200	4.300	4.500	5.600	8.600	10.200	1285	1600	2687	3187	—	—
14	63	49	308	4·6	4·4	4.300	5.700	6.200	7.700	11.500	13.900	1347	1673	2613	3159	—	—
16	72	55	402	6·0	5·6	5.600	7.500	8.000	10.000	15.000	18.100	1333	1666	2678	3232	6·5	6.500
18	81	62	509	7·5	7·0	7.100	9.200	10.200	12.700	18.500	22.900	1360	1693	2642	3271	8·0	8.608
20	90	68	628	9·1	8·5	8.800	12.000	12.500	15.700	24.000	28.300	1373	1725	2823	3329	10·5	10.500
22	99	75	760	11·0	10·2	10.600	14.500	15.200	19.000	29.000	34.200	1381	1727	2843	3352	12·5	13.000
24	108	82	905	13·0	12·0	12.600	17.000	18.100	22.600	34.000	40.700	1392	1738	2833	3391	14·7	15.500
26	117	89	1062	15·2	13·8	14.800	20.000	21.200	26.500	40.000	47.800	1396	1743	2898	3463	16·4	18.000
28	120	95	1232	17·7	16·2	17.200	23.500	24.600	31.300	47.000	55 500	1389	1768	2901	3425	18·3	20.500
30	135	103	1414	20·3	18·5	19.800	27.000	28.300	35.300	54.300	63.800	1394	1738	2918	3448	21·0	24.000
32	144	110	1609	23·3	21·1	22.500	30.000	32.200	40.300	60.000	72·400	1400	1739	2843	3431	24.5	27.000

Der Verkaufspreis dieser Ketten ohne Schweissung stellte sich im Monate Juni 1878 loco Paris in folgender Weise:

Durchmesser des Stahles in Millimeter	Annäherungsweises Gewicht pro Längenmeter in Kilogramm	Preis von 100 Kilogramm in Francs	Preis pro Längenmeter in Francs	Anmerkung
9	1·80	182	3·25	
12	3·50	102	3·55	
16	5·75	82	4·70	
20	9·10		6·10	Bei grösseren Bestellungen wird ein Rabatt von 8 Procent gegeben.
22	11·00	67		
25	14·00			
28	18·00			
31	23·00	62		
33	25·00			
64	100·00			

Aus allen bis nun gemachten Versuchen kann man folgende Betrachtungen ableiten:

Die Bruchbelastung ist für die Stahlkètte meist mehr als doppelt so gross als die Probebelastung.

Die Dehnung beträgt pro Längenmeter 5 bis 7 Millimeter.

Die Probebelastung, ja selbst die Bruchbelastung ist wenigstens um 30 Procent grösser als bei geschweissten Ketten aus Eisen von denselben Dimensionen.

Ungeachtet der hinreichend constatirten vorzüglichen Qualität scheint es doch empfehlenswerth, den Querschnitt der Stahlketten nur um 15 bis 20 Procent zu vermindern, um noch immer einen um 10 bis 15 Procent grösseren Sicherheit-Coëfficienten zu haben, wenn man die Kette bei normaler Arbeit nur auf ein Drittel der Probebelastung in Anspruch nehmen will.

ANDERE METALLE

und Metall-Legirungen.

ERZEUGUNG VON NICKEL.

Die Erzeugung von Nickel und dessen Legirungen nimmt von Jahr zu Jahr bedeutend zu und steigt mit der Möglichkeit, grössere Mengen zu erzeugen, auch die Möglichkeit einer ausgedehnteren Verwendung.

Bei Gelegenheit der Ausstellungen in Wien im Jahre 1873 und in Philadelphia im Jahre 1876 gehörte zu den hervorragendsten Ausstellungen bezüglich des Nickels zweifellos die von Warthon in Camden, New-Jersey (Seite 294 meines Berichtes über die Ausstellung in Philadelphia). Derselbe brachte auch diesmal wieder eine ganz ähnliche Collection, ohne überdies neuere Daten über seine Fabrication zu bringen.

Ebenso waren in der Ausstellung Norwegens von Henrikson die Nickelerze von Euje, sowie daraus erzeugtes metallisches Nickel, welches 83·3 Procent Nickel und 13 Procent Kupfer enthielt, ausgestellt. Von den Gruben- und Hüttenwerken zu Ringeride bei Modum, welche seit 1849 in Betrieb stehen, waren ebenfalls Nickelerze (nickelhältige Magnetkiese) mit 1·3 Procent Nickelhalt ausgestellt. Es wird daselbst kein metallisches Nickel hergestellt, sondern nur Nickelstein erzeugt, welcher meist mit folgender Zusammensetzung in Handel gesetzt wird:

Nickel	45	Procent
Cobalt	2	„
Kupfer	22	„
Eisen	10	„
Schwefel	21	„
Zusammen .	100	Procent

Da jedoch die Preise des Nickels in den letzten Jahren so bedeutend zurückgegangen sind, nahm die Erzeugung in den letzten Jahren ebenfalls bedeutend ab. Im Jahre 1876 wurden

erzeugt 200.000 Kilogramm Handelswaare mit einem Gehalt von 92.500 Kilogramm Nickel, im Jahre 1877 aber nur mehr 120.000 Kilogramm Handelswaare mit einem Gehalt von 55.000 Kilogramm Nickel.

In Ungarn ist die Production ebenfalls, wenn auch nicht so auffallend zurückgegangen und zwar in Summe von Nickel- und Cobalt-Präparaten (davon überwiegend Erze) von 4,150.944 Kilogramm im Jahre 1866, auf 406.275 Kilogramm im Jahre 1877.

Die Gewerkschaft Mariastolln-Zemberg bei Dobschau hatte metallisches Nickel ausgestellt, welches nach Dr. R. Fresenius (Wiesbaden 1877) folgende Zusammensetzung hat:

Nickel	94·63
Cobalt	0·17
Kupfer	0·06
Arsen	0·01
Eisen	0·22
Kalk	0·44
Magnesia	3·45
Schwefel	0·20
Kieselerde	1·00
Alkalien	Spur
Zusammen .	100·18

Eine von Dr. Stevenson Macadam in Edinburgh 1877 ausgeführte Analyse des ausgestellten Cobaltoxydes gibt folgende Zusammensetzung:

Cobaltoxyd	98·28
Eisenoxyd	0·86
Unlöslich	0·54
Feuchtigkeit	0·32
Zusammen .	100·00

Diese Probe zeigt somit eine vorzügliche Qualität dieses Productes.

Das schon früher erwähnte Zurückgehen der Preise des Nickels, welches sich ungeachtet der steigenden Nachfrage in den letzten Jahren in so empfindlicher Weise für die Besitzer von Nickelgruben bemerkbar machte, wurde durch das Auffinden eines neuen nickelhältigen Minerals, auf welches eine neue Nickelfabrication basirt wurde, veranlasst.

Ingenieur Jules Garnier, welcher von dem französischen Minister der Marine und der Colonien nach Neu-Caledonien gesandt

wurde, um das Mineralvorkommen daselbst zu studiren, fand, wenn ich nicht irre, im Jahre 1863 in dem Serpentingestein dieser Insel eine grüne Mineralsubstanz in Form von Knollen als Ausfüllungsmasse von Sprüngen und endlich auch in wirklichen Gängen.

Dieses Mineral wurde im Jahre 1864 von Professor Dana in den Vereinigten Staaten studirt und gleichzeitig mit Clarke und Professor Liverdsidge nach dem Entdecker Garnierit genannt, obwohl es einige Zeit mit dem ähnlichen Pimelith verwechselt wurde.

Ueber die Zusammensetzung des Garnierites geben folgende zwei Analysen Aufschluss:

	I	II
Kieselerde	41·00 Procent	44·40 Procent
Nickeloxyd	19·00 „	38·61 „
Eisenoxydul	— „	0·43 „
Thonerde	0·60 „	1·68 „
Kalkerde	Spur „	1·07 „
Talkerde	16·40 „	3·45 „
Wasser	20·00 „	10·34 „
Gangart	3·00 „	— „
Zusammen .	100·00 Procent	99·98 Procent

Die erstere dieser Analysen wurde in der Sitzung der Gesellschaft für industrielle Kenntnisse zu Lyon am 19. December 1877, die zweite von Garnier ausgeführte in einem Separathefte, welches bei Gelegenheit der Ausstellung aufgelegt wurde und vom 11. März 1878 datirt ist, veröffentlicht. Der Gehalt an Nickel schwankt ungemein und sinkt in einzelnen wenigen Partien bis auf Spuren, so dass der Garnierit dann nahe die Zusammensetzung des Gimnites zeigt und oft ganz weiss erscheint. Der Nickelgehalt ist in der Probe I nur 14·93, in der Probe II aber 30·37 Procent und dürfte die letztere auch nahezu den höchsten Metallhalt des Garnierits repräsentiren. Die an Nickel reicheren Stücke sind intensiv smaragdgrün gefärbt, nehmen eine sehr schöne Politur an, weshalb man auch versuchte, solche auserlesene Stücke als Schmucksteine zu verwenden. Wenn die Farbe auch auffallend schön ist, so macht die geringe Härte derselben sie wenig brauchbar für diesen Zweck. Christofle hatte bei seiner Ausstellung Postamente aus diesen Erzen hergestellt, welche prachtvoll aussahen.

Die in Handel kommenden Erze, wie sie im Grossen erzeugt werden, sind meist unreiner als die früher angeführten Analysen zeigten, sie enthalten meist mehr Eisenoxydate und halten im grossen Durchschnitte 8 bis 10, manchmal 12 bis 14 und nur in kleinen Partien über 20 Procent. Der Preis der Erze schwankt ungemein und hatte in der letzten Zeit in Folge von Unruhen, welche in Neu-Caledonien unter den Eingeborenen ausgebrochen waren, eine Steigerung erlitten. Der Preis derselben wurde mit 2 Francs pro Kilogramm des in den Erzen enthaltenen Nickels angegeben. Die nach den südlichen Häfen Frankreichs gelieferten Erze halten selten unter 8 Procent. Es dauerte mehrere Jahre bis die Erzeugung des Nickels aus diesen Erzen Eingang gefunden hatte. Da weder Schwefel noch Arsen in den Erzen enthalten ist, können ungleich einfachere Processe angewendet werden, als dies bei den bis nun verarbeiteten Erzen der Fall war.

Die bei der Verarbeitung dieser Erze in Anwendung gebrachten Hüttenprocesse waren durch verschiedene Aussteller vertreten und will ich dieselben im Folgenden zusammenstellen*).

Die Société française de Nickel, bei welcher Garnier betheiligt ist, benützt folgenden, wie ich glaube, von Garnier angegebenen Process auf heissem Wege.

Die Erze werden in Neu-Caledonien nach dem Metallhalte sortirt, so dass man die ärmeren und reicheren Erze trennt, um dieselben separat und nach dem Eisenhalt zu verarbeiten.

Garnier arbeitet auf die Erzeugung eines nickelhaltigen Roheisens hin, in welchem er den Eisengehalt so gering als möglich zu erhalten trachtet, indem er den Ofen nicht zu hoch hält, um auf diese Weise einen Theil des Eisens vor vollendeter Reduction zu verschlacken. Garnier führt an, dass es ihm durch entsprechende Behandlung derselben Erze gelungen sei, wie aus folgenden Analysen ersehen werden kann, allmälig an Nickel reichere Eisen-Legirungen zu erzeugen:

	Zusammensetzung in Procenten				
Eisen	46·55	41·30	38·70	34·00	27·00
Nickel	50·91	54·25	59·00	63·00	68·00
Kohlenstoff	3·04	4·45	2·30	3·00	5·00

*) Obwohl dieselben im Jahrgange 1877 der „Annales des mines" schon theilweise beschrieben sind, glaube ich das Wichtigste, was bei Gelegenheit der Ausstellung veröffentlicht wurde, der Vollständigkeit halber aufnehmen zu müssen.

Leider fehlt bei diesen Resultaten die Angabe, wie viel Nickel bei Erzeugung der an Nickel verschieden reichen Sorten verschlackt wurde.

Man verwendet zur Verarbeitung dieser Erze in Neu-Caledonien einen kleinen Hohofen von 8 Meter Höhe. Der Wind hat eine Pressung von 12 Centimeter Quecksilbersäule, und eine Temperatur von 400 Graden. Man erhält aus 1000 Kilogramm Erz im grossen Durchschnitt 112 Kilogramm Rohnickel mit einem Brennstoffaufwand von 400 Kilogramm Cokes.

Dieses Rohnickel soll im Durchschnitte 60 bis 68 Procent Nickel enthalten. Um die Schlacke dünnflüssig zu machen, setzt man Flussspath, Manganerze, Soda etc. zu.

Eine Analyse des auf diese Weise erzeugten Rohnickels gab folgende Zusammensetzung:

Nickel	60·90 Procent
Eisen	33·35 „
Silicium	0·85 „
Kohlenstoff	3·90 „
Zusammen .	99·00 Procent

Die bei der currenten Arbeit abfallenden Schlacken sollen nur 0·5 Procent Nickel enthalten.

Die ärmeren und eisenreicheren Erze werden aber nicht auf Rohnickel, sondern auf Stein verschmolzen, indem man Pyrite, Gyps etc. bei der Schmelzung zusetzt.

Man erhält durch eine einfache Schmelzung Steine von folgender Zusammensetzung:

	Durchschnittliche Zusammensetzung	Reiche Steine
Nickel	50 bis 60	70
Eisen	25 „ 15	15
Schwefel	25 „ 25	15
Zusammen .	100	100

Diese Producte werden nach Frankreich verschifft, um in der Hütte zu Septèmes bei Marseille weiter verarbeitet zu werden.

Das Rohnickel wird daselbst entweder auf eine Kupfernickel-Legirung, welche meist etwa 50 Procent Kupfer und ebensoviel Nickel enthält und für die Fabrication von Maillechort und andere Legirungen Handelsartikel ist, oder auf metallisches Nickel verarbeitet.

In beiden Fällen bedient man sich eines Siemens-Ofens, chargirt in dem ersteren Falle Rohnickel mit einer entsprechenden Menge von Kupfer, schmilzt die ganze Masse nieder und oxydirt nun Kohlenstoff, Silicium und Eisen entweder mittelst eingeleitetem Oberwind oder indem man einen Ueberschuss von Verbrennungsluft einführt. Man hat auch Kupferoxydul, ja versuchsweise selbst auch Kupfermangan angewendet, um die Oxydation vollständig durchzuführen. Nach genommener Probe wird durchgerührt, um die Schlacke abzuscheiden, nochmals erhitzt und abgestochen. Diese Metall-Legirung wird meist granulirt in Handel gebracht.

Will man jedoch metallisches Nickel erzeugen, so wird nur Rohnickel eingeschmolzen und die Oxydation der in demselben enthaltenen Verunreinigungen während dem Einschmelzen, so lange dasselbe noch teigig erscheint, sowie dann, wenn das Metallbad vollkommen dünnflüssig ist, durchgeführt. Um die gebildeten Oxyde zu verschlacken, muss etwas Kieselerde zugesetzt werden. Man verarbeitet gewöhnlich einen Einsatz von 3000 Kilogramm und ist das fertige Product, welches 98 Procent Nickel enthält, schmiedbar.

Das zu Anoden gegossene Nickel ist jedoch meist Kohlennickel, weil sich dasselbe viel besser giessen lässt.

An Nickel-Legirungen hatte diese Gesellschaft auch in Ingots gegossenes Maillechort von folgender Zusammensetzung gebracht:

Nickel	25·0	Procent
Kupfer	50·0	„
Zink	24·0	„
Zinn	0·5	„
Blei	0·5	„
Zusammen .	100·0	Procent

Die letzteren beiden Metalle werden meist nur dann zugesetzt, wenn es sich darum handelt, Gussstücke zu erzeugen.

Bei einzelnen Metall-Legirungen, besonders bei Bronze, wird bis zu 1·5 Procent Cobalt zugesetzt, um dieselben feinkörnig zu machen.

Man verwendet zur Erzeugung von Cobalt ebenfalls Erze, welche in Neu-Caledonien gleichzeitig mit den Garnieriten einbrechen und 5 bis 15 Procent Cobalt enthalten.

Die Nickelsteine werden auf Nickelsalze, und zwar meist auf Nickel-Sulphat und auf Nickel-Ammonium-Sulphat verarbeitet, wobei nach vorhergehender Röstung der nasse Weg in Anwendung kommt.

Ich glaube noch erwähnen zu müssen, dass Garnier die Erfahrung gemacht haben will, dass ein kleiner Zusatz von Nickel das Eisen weniger oxydabel, härter und zäher mache, und dass solches Eisen sich vorzüglich zur Erzeugung von Kesselblechen eigne. Er empfiehlt dasselbe bei Fabrication des Martin-Metalls am Ende des Processes zuzusetzen*).

Die Société française de métallurgie du Nickel et du Cobalt zu Saint-Denis hatte ebenfalls eine sehr schöne Ausstellung von Nickelerzen, metallischem Nickel und verschiedenen Metall-Legirungen gebracht. Besonders auffallend war metallisches Nickel, welches sich durch eine besonders schöne weisse Farbe auszeichnete, sich gut ausplätten liess und nach Angabe chemisch reines Nickel war.

Christofle & Comp. in Paris hat zur Erzeugung von Nickel aus Garnieriten in letzter Zeit eine neue Hütte zu Saint-Denis bei Paris gebaut und schlägt den nassen Weg ein.

Die Erze werden sorgfältig gewaschen und in drei Sorten nach dem Metallhalt getrennt, und zwar in Erze mit circa 8 Procent, in solche mit 8 bis 15 Procent und endlich in solche, welche mehr als 15 Procent Nickel halten.

Die Erze der ersten und ärmsten Sorte, sowie die Abfälle, welche bei der Verarbeitung der anderen beiden Sorten erhalten werden, verschmilzt man in einem 5 Meter hohen cylindrischen Schachtofen mit Cokes und Gyps auf einen Nickelstein. Der Schachtofen hat drei Formen und wird häufig in die Düse etwas Petroleum eingetropft. Um eine genügende Menge von Schwefel zur Ansammlung des Nickels in einem Steine zu erhalten, ohne den Gehalt an Eisen zu vermehren, wird, da der Schwefelgehalt der Cokes nicht ausreicht, Gyps als Zuschlag

*) Der Versuch, durch Zusatz von Nickel die Qualität von Eisen zu verbessern, wurde schon von Rieman, Bergman, Hassenfratz, Stodart, Faraday, Fischer und Anderen durchgeführt, ohne jedoch wesentliche Vortheile zu erreichen.

verwendet. Der abfallende Stein enthält nahe 60 Procent Nickel und wird entweder auf Sulphat verarbeitet oder verröstet und auf nassem Wege von Eisen gereinigt, zur Erzeugung von metallischem Nickel verwendet. Die bei diesem Processe abfallende Schlacke soll meist kaum Spuren von Nickel zeigen.

Die zweite Sorte von Erzen wird nach dem ersten Waschen bis zu feinem Mehl verkleinert, mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure gewaschen, dann mit concentrirter Salzsäure gelöst, wobei unlösliche Partien zurückbleiben. Aus der Lauge wird nun Eisen mittelst Aetzkalk oder Kreide ausgefällt und die Flüssigkeit, nachdem sie sich vollkommen geklärt hat, abgezogen und in grosse Fällbottiche aus Holz aufgepumpt, um daselbst mit einem kleinen Ueberschuss von Kalkmilch, Nickel in Form von Nickelhydroxyd, auszufällen. Dieser Process soll am besten gelingen, wenn in jedem Liter Flüssigkeit nahe 15 Gramm Nickel enthalten sind. Man versuchte auch die Fällung mit Chlorkalklösung.

Das Nickelhydroxyd wird nach vollkommener Klärung der Flüssigkeit abfiltrirt, gepresst, getrocknet, geröstet und mit etwas angesäuertem Wasser gewaschen, um den Kalk etc. zu entfernen, dann noch mit warmem Wasser gewaschen und das Nickeloxyd nochmals geröstet, dann mit Kohlenpulver gemengt in mit Kohle ausgefütterten Tiegeln reducirt.

Der erhaltene Nickelschwamm wird meist zur Erzeugung von Metall-Legirungen verwendet und mit Kupfer gattirt eingeschmolzen. Gewöhnlich wird auch hier die als Handelswaare gebräuchliche Legirung von 50 Procent Nickel und 50 Procent Kupfer hergestellt. Bei der Erzeugung dieser Legirung wird mitunter ausser metallischem Kupfer eine kleine Menge kupferoxydhaltender Erze zugesetzt, um den Gehalt des Nickels an Kohlenstoff zu beseitigen.

Die reichsten Erze werden ebenfalls zerkleinert, mit etwas angesäuertem Wasser gewaschen, mit Soda und Holzkohle im Graphittiegel reducirt und eingeschmolzen. Will man jedoch sogenanntes reines Nickel haben, so muss man den von den mittelreichen Erzen erhaltenen Nickelschwamm oder das eingeschmolzene Nickel, welches aus den reichsten Erzen erhalten wurde, nochmals umschmelzen und etwas Natriumnitrat zusetzen, damit das erhaltene Nickel frei von Kohlenstoff werde.

Der Verkaufspreis des reinen Nickels soll zwischen 800 bis 900 Francs pro 100 Kilogramm schwanken und wurde für Juli 1878 mit 875 Francs angegeben.

Christofle stellte grosse Mengen von rohem und verarbeitetem Maillechort aus, welches folgende Zusammensetzung haben soll:

Nickel	15	Procent
Kupfer	60	„
Zink	25	„

Ein grösserer Gehalt von Nickel soll die Legirung zu hart und spröde machen, wenn sie weiter bearbeitet werden soll.

Will man Gusswaaren daraus erzeugen, so muss man etwa 5 Procent Zinn zusetzen, damit die Formen besser ausgefüllt werden.

Die gegenwärtige Erzeugung von Nickel wird auf etwa 500.000 bis 600.000 Kilogramm pro Jahr geschätzt und dürfte es, wenn das Erzvorkommen in Neu-Caledonien in der That so unerschöpflich ist, als gegenwärtig angenommen wird, kaum zweifelhaft sein, dass die Preise des Nickels noch mehr herabgehen werden. Die nothwendige Folge des Auffindens und Verarbeitens dieser reichen und reinen Erze muss aber auch ein allmäliges Zurückgehen der Nickelproduction aus europäischen Erzen sein, und es gehen die früher so blühenden und einen oft glänzenden Ertrag abwerfenden Nickelgruben Europas einer düsteren Zukunft entgegen.

KUPFERMANGAN.

Cupro-Manganése.

Pierre Manhes, Besitzer der Kupferhütten zu Vedennes (Vaucluse), stellte unter dem Namen Cupro-Manganése eine Mangan-Kupfer-Legirung aus, welche an der Oberfläche einen starken Glanz, im Bruche ein sehr feines Korn und eine blassgraue Farbe hat. Es besteht dieselbe aus 25 Procent Mangan und 75 Procent Kupfer, und wird durch eine gleichzeitige Reduction, sowie ein darauf folgendes Einschmelzen eines Gemenges von oxydirten Kupfer- und Manganerzen erhalten.

Die Verkaufspreise dieser Kupfermangan-Legirung wurden mit circa 5 Francs pro Kilogramm angegeben.

Diese Legirung soll vorzüglich Verwendung beim Raffiniren des Kupfers und bei Herstellung der verschiedenen Legirungen finden. Die gewöhnlichen Gaarkupfer, sowie die daraus erzeugten Legirungen enthalten immer etwas Kupferoxydul, wodurch die Qualität stets beeinträchtigt wird, die Gussproducte blasig erscheinen und daher sowohl diese wie die gewalzten und geschmiedeten Fabricate an Festigkeit, Zähigkeit und Schmiedbarkeit verlieren. Da Mangan eine grössere Verwandtschaft zum Sauerstoff als Kupfer besitzt, hofft man durch Zusatz von Kupfermangan diesen Antheil an Sauerstoff in ähnlicher Weise entfernen zu können, wie man dies bei der Erzeugung des Bessemer- und Martin-Metalles thut. Bei Kupfer und dessen Legirungen gewährt das Mangan aber noch den Vortheil, dass es bei der Temperatur des schmelzenden Kupfers oder dessen Legirungen schon wieder erstarrt, so dass es leicht möglich ist, die erforderliche Menge zu ermitteln und zu verwenden.

Zahlreiche Versuche haben gezeigt, dass das mittelst Mangan affinirte Kupfer vollkommen homogen ist, auch nicht die

geringsten Höhlungen zeigt und dass sowohl das Kupfer sowie die Metall-Legirungen eine ungleich höhere Festigkeit, Zähigkeit und Schmiedbarkeit, als das Kupfer und dessen Legirungen gewöhnlich zeigen.

Bezüglich der Verwendung des Kupfermangans gibt Manhes folgende Regeln. Bei der Zusammensetzung und dem Einschmelzen der zu erzeugenden Metall-Legirung sind die gewöhnlichen Vorsichtsmassregeln anzuwenden, und erst von dem Momente, in welchem die Legirung eingeschmolzen ist, muss man folgende Regeln beobachten:

Man muss das Metallbad mit Holzkohlenlösche bedecken, der eine kleine Menge von alkalischen Flussmitteln, wie Natriumcarbonat oder Borax etc., zugesetzt wird. Die Holzkohlenlösche soll die Oxydation durch atmosphärische Luft verhindern, die Flussmittel haben die Aufgabe, das durch Reduction der anderen Metalle entstehende Manganoxyd zu verschlacken.

Man lässt in das Metallbad die erforderliche Menge von Kupfermangan langsam hineingleiten, steigert hierauf die Temperatur für einige Zeit, damit die Schmelzung eine vollständige werde, rührt energisch durch, um eine innige Berührung der einzelnen Theilchen zu erzielen. Nach einer kurzen Ruhe schreitet man zum Guss. Es ist zu empfehlen, das Kupfermangan unter einer Kohlendecke in einem Graphittiegel einzuschmelzen und dasselbe geschmolzen der Metall-Legirung zuzufügen, damit eine Abkühlung des Metallbades vermieden werde.

Das mit Kupfermangan gereinigte Kupfer soll zur Verkleidung der Schiffe ungleich besser geeignet sein, als ordinäres Kupfer, weil sauerstofffreies Kupfer weniger leicht vom Meerwasser angegriffen werden soll.

Zu bemerken ist, dass Bronze, welche mehr als 10 Procent Zinn enthält, durch Behandlung mit Kupfermangan leicht brüchig wird.

Nach den von P. Manhes gemachten Versuchen erzielt man die besten Resultate, wenn man folgende Mengen von Kupfermangan in Anwendung bringt*):

*) Die Menge des zuzusetzenden Kupfermangans muss richtiger nach der Menge des in den Metall-Legirungen enthaltenen Kupferoxyduls bestimmt werden.

3	bis	4	Kilogramm	Kupfermangan	für	100	Kilogramm	Bronze
0·25	„	1	„	„	„	100	„	Messing
0·25	„	1·2	„	„	„	100	„	Kupfer

Vergleichende Versuche haben folgende Resultate bezüglich der Zugfestigkeit von gewöhnlicher Bronze und der mit Kupfermangan gereinigten Bronze ergeben:

Dehnung in Millimeter bei steigender Belastung.

Belastung in Kilogramm pro Quadrat-Millimeter	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Gewöhnliche Bronze: Cu = 90, Sn = 10 . .	0·5	1·0	1·4	2·1	3·5	4·4	7·3	8·1	Bruch	—	—	—	—
Bronze mit Manganzusatz: Cu = 90, Sn = 10, Mn = 0·5	0·5	1·0	1·5	2·8	4·5	12	13	15·5	20	23	27	30	Bruch
Cu = 90, Sn = 10, Mn = 1·0	0·4	0·9	1·3	2·7	5	8	11	15	18	22	26	31	35
Bronze geschmiedet: Cu = 90, Sn = 10, Mn = 1·0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Belastung in Kilogramm pro Quadrat-Millimeter	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	Verlängerung in Procenten
Gewöhnliche Bronze: Cu = 90, Sn = 10 . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4
Bronze mit Manganzusatz: Cu = 90, Sn = 10, Mn = 0·5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15
Cu = 90, Sn = 10, Mn = 1·0	40	Bruch	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20
Bronze geschmiedet: Cu = 90, Sn = 10, Mn = 1·0	0	0	0	0	1	2	4	7	9	11	13 Bruch	6·5

Manhes führte ferner als einen grossen Fortschritt, den er in seiner Hütte machte, die Einführung von Siemens-Oefen und die Verwendung von Ligniten zur Gas-Erzeugung an.

Wenn auch an und für sich die Verwendung von Ligniten zur Gasfeuerung nicht neu ist, da Lignite in Steiermark und Kärnten seit Decennien für diesen Zweck in Verwendung stehen, so werden doch kaum Kohlen mit einem durchschnittlich so hohen Aschengehalt verwendet, weshalb ich die betreffenden Daten hier anführen will.

Die Lignite von Volx (Basses Alpes) haben folgende Zusammensetzung:

	Fette Lignite	Magere Lignite
Asche	27·9	13·0
Kohlenstoff	34·0	40·2
Flüchtige Bestandtheile	38·0	46·6
Zusammen	99·9	99·8

Die Zusammensetzung der Gase ist folgende:

	Vor der Verbrennung	Nach der Verbrennung
Kohlensäure	7	3
Freier Sauerstoff	3	8
Kohlenoxydgas und Kohlenwasserstoff-Verbindungen	23	0
Stickstoff	67	89

Man ersieht aus diesen Zahlen, dass man sowohl bei der Vergasung, wie bei der schliesslichen Verbrennung mit einem grossen Ueberschuss von Luft arbeitet.

Da die Lignite daselbst gegenüber den alten Kohlen sehr billig, der Brennstoffaufwand durch Einführung der Siemens-Feuerung sehr gering, so wird daselbst ein pecuniärer Vortheil von 55 Procent gegenüber den früheren Einrichtungen erzielt.

Parsons, Perceval Moses, Ingenieur der White Brass Compagnie, Lombard Street, Southwark, London, hat ebenfalls Manganbronze in Ingüssen, gewalzten und geschmiedeten Stücken, in Drähten, sowie weisses Messing für Zapfenlager ausgestellt.

Nach der Angabe des Ausstellers wird dasselbe durch Zusatz von Ferromangan hergestellt, wobei allerdings der Eisengehalt in der Bronze zurückbleibt.

Der Mangangehalt soll 1 Procent nie übersteigen.

K. k. Hofbuchdruckerei Carl Fromme in Wien.

Bericht über die Weltausstellung in Philadelphia

im Jahre 1876.

Herausgegeben von der k. k. Oesterreich. Commission.

VERLAG VON FAESY & FRICK, K. K. HOFBUCHHANDLUNG, WIEN.

I. Heft.

Perels, Dr. Emil (o. ö. Professor an der k. k. Hochschule für Bodencultur in Wien) **Die landwirthschaftlichen Geräthe und Maschinen.** Mit 173 Illustrationen. gr. 8. (VIII. u. 248 S.) fl. 2.— = M. 4.—

II. Heft.

Kanitz, Eduard (Mitglied der niederösterr. Handels- und Gewerbekammer, und Juror der Gruppe X). **Kurzwaaren-Industrie.** — **Hückel,** Carl (Firma Johann Hückel's Söhne in Neutitschein) **Hüte aus Filz und Seide.** gr. 8. (47 S.) fl. —.40 = M. —.80

III. Heft.

Kupka, P. F. (Ingenieur). **Geodätische Instrumente.** Mit 7 Illustrationen. — **Fleischl,** Dr. Ernst v., **Mikroskope.** — **Medicin.** gr. 8. (47 S.) fl. —.80 = M. 1.60

IV. Heft.

Kupelwieser, Frz. (Professor der Hüttenkunde an der k. k. Bergakademie in Leoben, derzeit Director etc.). **Das Hüttenwesen,** mit bes. Berücksichtig. des Eisenhüttenwesens in den Ver. Staaten Amerikas. Mit 5 Tafeln. gr. 8. (VIII u. 299 S.) fl. 2.— = M. 4.—

V. Heft.

Bochner, jun., Theodor (k. k. priv. Tuchwaaren-Fabrikant und Juror für die Gruppe IX). **Wolle, Wollwaaren** und bei deren Fabrication verwendete Maschinen. gr. 8. (62 S.) fl. —.60 = M. 1.20

VI. Heft.

Reifer, Felix (Ober-Ingenieur und Werkstättenleiter der a. pr. Kaiser Ferdinands-Nordbahn, Juror in der Gruppe XXI). **Holzbearbeitungs-Maschinen,** mit einem Anhang über **Werkzeugmaschinen für Steinbearbeitung.** Mit 28 Illustrationen und 7 Tafeln. **Thonet,** Franz. **Die Holzindustrie** mit besonderer Rücksicht auf die Anwendung gebogener Hölzer. gr. 8. (VI u. 111 S. mit 8 Tafeln.) fl. 1.50 = M. 3.—

VII. Heft.

Goldschmiedt, Dr. Guido. **Die chemische Industrie.** gr. 8. (43 S.) fl. —.30 = M. —.60

VIII. Heft.

Höfer, Prof. Hanns (Ehren-, auswärtiges, wirkliches und correspondirendes Mitglied mehrerer wissenschaftlicher und technischer Vereine). **Die Petroleum-Industrie** Nordamerikas in geschichtlicher, wirthschaftlicher, geologischer und technischer Hinsicht. Mit 40 Illustr. und 1 Tafel. gr. 8. (VI u. 160 S. u. 1 Tafel.) fl. 1.80 = M. 3.60

IX. Heft.

Wilhelm, Franz (Eigenthümer der Firma Franz Wilhelm & Co. in Wien, Präsident des österr.-ungar. Exportvereines). **Pharmaceutische und technische Droguen und Chemikalien.** gr. 8. (80 S.) fl. — 40 = M. —.80

X. Heft.

Radinger, J. F. (o. ö. Professor des Maschinenbaues an der k. k. technischen Hochschule in Wien). **Dampfkessel und deren Ausrüstung** in den Vereinigten Staaten von Nordamerika. Mit 107 Zeichnungen. gr. 8. (VI u. 279 S.) fl. 2.50 = M. 5.—

XI. Heft.

Migerka, D. F. (k. k. Ministerialrath, österreichischer Commissär für die Weltausstellung in Philadelphia 1876, Chef-Redacteur der von der österr. Commission über diese Weltausstellung herausgegebenen Berichte). **Das Unterrichtswesen** in den Vereinigten Staaten. gr. 8. (VI u. 158 S.) fl. —.80 = M. 1.60

XII. Heft.

Wencelides, Franz (Ingenieur, vorm. Chef-Ingenieur u. Werkstätten-Vorstand der Ottakringer Eisengiesserei und Maschinenfabrik etc.). **Hilfsmaschinen und Werkzeuge für Eisen- und Metall-Bearbeitung.** Mit 130 Illustrationen. gr. 8. (IX u. 237 S.) fl. 2.— = M. 4.—

K. k. Hofbuchhandlung Faesy & Frick in Wien, Graben 27.

XIII. Heft.

Pontzen, Ernest (Civil-Ingenieur). **Das Eisenbahnwesen** in den Vereinigten Staaten von Amerika, mit besonderer Berücksichtigung des Oberbaues, der mechanischen Ausrüstung, der Wagen, dann des Verkehres in Städten. Mit 23 Illustrationen u. 18 Tafeln. gr. 8. (VIII u. 229 S.) fl. 2.50 = M. 5.—

XIV. Heft.

Potschacher, Anton (Architekt). **Architektur und öffentliche Bauten.** — Costenoble, Carl (Bildhauer). **Malerei und Sculptur.** gr. 8 (48 S.) fl. —.30 = M. —.60

XV. Heft.

Riedler, A. (Constructeur an der k. k. technischen Hochschule in Wien). **Gesteins-Bohrmaschinen und Luftcompressions-Maschinen.** Mit 28 Tafeln und 49 Zeichnungen. gr. 8. (148 S.) fl. 2.— = M. 4.—

XVI. Heft.

Feyrer, Alois v. (Ingenieur). **Der Locomotivbau** in den Vereinigten Staaten von Nordamerika. Mit 34 Zeichnungen und 8 Tafeln. gr. 8. (VI und 112 S.) fl. 1.50 = M. 3.—

XVII. Heft.

Strohmayer, Wilhelm (diplomirter Ingenieur der technischen Hochschule zu Wien). **Heizung, Ventilation und Wasserleitungen.** Mit 123 Illustr. gr. 8. (80 S.) fl. 1.75 = M. 3.50

XVIII. Heft.

Eitner, Wilhelm (Leiter der k. k. Versuchsstation für Lederindustrie in Wien). **Leder-Industrie.** Mit 22 Holzschnitten und 2 Tafeln. gr. 8. (IV, 98 S. u. 2 Taf.) fl. 1.75 = M. 3.50

XIX. Heft.

Spácil, Johann (Assistent an der k. k. technischen Hochschule in Wien). **Wagen, Dynamometer und Materialprüfungs-Maschinen.** Mit 7 Zeichnungen und 2 Tafeln. gr. 8. (52 S. und 2 Tafeln.) fl. —.80 = M. 1.60

XX. Heft.

Riedler, A. (Constructeur an der k. k. technischen Hochschule in Wien). **Personen- und Lastenaufzüge und Fördermaschinen.** Mit 13 Tafeln und 9 Textfiguren. gr. 8. (IV, 81 S. und 18 Tafeln.) fl. 1.80 = M. 3.60

XXI. Heft.

Mannlicher, F. (Ingenieur). **Pumpen- und Feuerlöschapparate.** Mit 46 Zeichnungen. gr. 8. (66 S.) fl. —.80 = M. 1.60

XXII. Heft.

Steiner, Friedrich (diplom. Ingenieur, Supplent der Lehrkanzel für Eisenbahn- und constructiven Brückenbau an der k. k. technischen Hochschule in Wien etc.). **Ueber Brückenbauten** in den Vereinigten Staaten von Nordamerika, mit einem Anhange über eiserne Dachstuhl-Constructionen. Mit 97 Illustrationen und 13 Tafeln. gr. 8. (VI u. 263 S.) fl. 3.50 = M. 7.—

XXIII. Heft.

Höfer, Hanns (Professor an der Bergbauschule zu Klagenfurt etc.). **Die Kohlen- und Eisenerz-Lagerstätten** Nordamerikas, ihr Vorkommen und ihre wirthschaftliche Bedeutung. Mit 7 Tafeln. gr. 8. (XI u. 259 S.) fl. 3.50 = M. 7.—

XXIV. Heft.

Pfungen, O. Freiherr v. (k. k. Forstdirections-Concipist). Notizen über amerikanische **Holz-Debitage.** Mit 2 Tafeln. gr. 8. (23 S. u. 2 Tafeln.) fl. —.20 = M. —.40

XXV. Heft.

Radinger, J. F. (o. ö. Professor des Maschinenbaues an der k. k. technischen Hochschule in Wien). **Die Motoren** in den Vereinigten Staaten Nordamerikas Mit 256 Zeichnungen. gr. 8. (XLIV u. 352 S.) fl. 3.— = M. 6.—

XXVI. (Schluss-) Heft.

Migerka, Dr. F. **Administrativer Bericht** der Commission über die Theilnahme Oesterreichs an der Weltausstellung in Philadelphia 1876. — Beiträge zur Geschichte der Entwickelung der Vereinigten Staaten und zur Frage unseres Exportes. gr. 8. (57 S.) fl. —.30 = M. —.60

K. k. Hofbuchhandlung Faesy & Frick in Wien, Graben 27.

K. k. Hofbuchdruckerei Carl Fromme in Wien.

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Kupelwieser, Franz

Das Hüttenwesen mit besonderer Berücksichtigung des Eisenhüttenwesens

Wien 1879
Techn. 1411-1/5
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11393544-4